Niveau(x) d'enseignement: 3 Numéro EDUQ : 8970413
Centre d'intérêt: 841

Bednarz, Nadine.

Problème de reconstruction d'une transformation arithmétique : rapport de recherche FCAR / par Nadine Bednarz, Sylvine Schmidt, Bernadette Dufour-Janvier. -- Montréal : Université du Québec à Montréal, Centre interdisciplinaire de recherches sur l'apprentissage et le développement en éducation, 1989.
61 f. : ill. ; 28 cm + Annexes (120 f. en foliotation multiple).

"Cette recherche a été subventionnée par le fonds FCAR (1986-1989)".
Bibliogr.: f. 61.

Vedette(s)-secondaire(s): Schmidt, Sylvine • Dufour-Janvier, Bernadette • Université du Québec à Montréal. Centre interdisciplinaire de recherches sur l'apprentissage et le développement en éducation

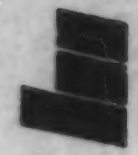
---

Descripteur(s): Arithmétique • Difficulté d'apprentissage • Résolution de problème • Application pédagogique de l'ordinateur • Expérimentation pédagogique • Primaire (Ordre d'enseignement)

La transformation arithmétique est une situation temporelle où un état initial (nombre, grandeur continue...) et transforme en un autre (nombre plus grand...). L'élève doit recontruire la transformation lorsque celle-ci (un ajout...) n'est pas donné. Cette recherche montre que la transformation arithmétique cause des difficultés ne sont pas specifiques à un niveau donné. De plus, elle identifie les erreurs stables qu'on retrouve d'un niveau à l'autre et les conceptions sous-jacentes que ces erreurs révèlent. Une expérimentation conduite par la suite en 1ère et 1e années à l'aide du micro-ordinateur avait pour objectif d'amener l'élèves à construire une nouvelle conception qui lui permette de mieux se représenter et traiter le problème. On a constaté un effet positif sur la représentation du changement.

Type de document: d

CENTRE INTERDISCIPLINAIRE DE RECHERCHES SUR L'APPRENTISSAGE ET LE DEVELOPPEMENT EN EDUCATION



Université du Québec à Montréal

EDUQ
8970413-A

Problème de reconstruction d'une transformation arithmétique

Rapport de recherche FCAR
Août 1989

par
Nadine Bednarz, Sylvine Schmidt,
Bernadette Dufour-Janvier

Cette recherche a été subventionnée par le fonds FCAR (1986-1989).

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 4

A. Complexité de la reconstruction d'une transformation arithmétique . . . 7

B. Relation entre les représentations développées par les jeunes enfants pour illustrer une transformation (schémas, illustrations...), leur performance à résoudre des problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique et les discours qu'ils produisent sur une représentation externe d'une transformation donnée a priori 11

I. Transformation de type temporel et performance aux problèmes . . 12

II. Transformation de type procédural et performance aux problèmes . . 17

III. Synthèse globale des liens mis en évidence 21

IV. Lien entre performance aux problèmes, représentation du changement et discours sur un changement 25

C. Analyse des représentations externes développées par les jeunes enfants pour illustrer un changement (transformation ou déplacement) 28

D. Dynamisation sur micro-ordinateur d'une transformation arithmétique. Intervention didactique visant à faire reconstruire la transformation par le jeune enfant 30

I. Présentation de l'intervention et des objectifs 30

II. Impact de l'intervention - Analyse pré et post-test
1. Évolution dans la performance aux problèmes de reconstruction d'une transformation arithmétique 34
2. Évolution dans la représentation externe d'une transformation . 51
3. Synthèse de l'évolution du groupe expérimental 55

CONCLUSION 57

ANNEXES

Annexe 1 Situations-problèmes mettant en jeu la reconstruction d'un changement (transformation ou déplacement) à différents niveaux scolaires, cadre de référence sous-jacent et protocole d'expérimentation (1ère à 6e année).

Annexe 2 Situations-problèmes à résoudre mettant en jeu la reconstruction d'une transformation, transformations qualitatives à illustrer et représentations externes d'une transformation arithmétique à interpréter (1ère et 2e années) - Protocole d'expérimentation pré et post-tests.

Annexe 3 Grille de décodage de la performance aux problèmes.

Annexe 4 Grille de décodage des représentations développées par les enfants pour illustrer un changement (transformation ou déplacement).

Annexe 5 Grille de décodage des discours produits par les enfants sur les représentations externes d'une transformation.

Annexe 6 Liens en 1ère, 2e années entre performance aux problèmes mettant en jeu la reconstruction d'un changement, représentation du changement et discours sur un changement: Analyses des correspondances.

Annexe 7 Protocole d'expérimentation - Intervention didactique sur micro-ordinateur

Annexe 8 Analyse de l'évolution prétest versus post-test: Résultats des analyses de correspondances

INTRODUCTION

Certaines situations problèmes arithmétiques mettant en jeu la soustraction causent plus de difficultés que d'autres aux jeunes enfants, celles faisant appel à la reconstruction mentale d'une transformation par l'enfant[1]. Nous identifions par situations mettant en jeu une **transformation** arithmétique les situations temporelles dans lesquelles un état initial donné (collection discrète, grandeur continue...) se transforme de lui-même ou sous l'action d'interventions externes en un nouvel état final. Dans certaines de ces situations, la transformation n'est pas donnée explicitement mais doit en quelque sorte être déduite, reconstruite à partir de l'état initial et de l'état final connus. C'est ce que nous entendons par situations faisant appel à la **reconstruction** d'une transformation arithmétique.

Dans de telles situations, les jeunes enfants (6-7 ans) s'attardent sur les états qu'ils combinent et ne peuvent se représenter la transformation intermédiaire.

En mathématiques, de telles situations sont fréquentes sous de multiples formes de représentation externe (problèmes écrits, symbolisme de l'équation, représentations graphiques: droites numériques, machines...). Nos recherches passées[2] montrent les difficultés qu'ont les enfants à percevoir le dynamisme à travers les conventions graphiques présentes dans ces représentations et le peu de support fourni par celles-ci pour se représenter une transformation arithmétique.

Le rapport de recherche que nous présentons ici porte sur ces deux dimensions: reconstruction mentale et représentation externe d'une transformation par l'enfant.

Nous avons voulu, dans un premier temps, mettre en évidence toute la complexité du problème de reconstruction d'une transformation arithmétique, en montrant qu'il n'est pas juste un problème local mais qu'il se retrouve à différents niveaux scolaires. Plusieurs situations-problèmes plus ou moins complexes furent à cet effet élaborées et expérimentées auprès d'enfants du primaire à tous les niveaux (6 à 12 ans). Les résultats nous révèlent que les mêmes erreurs stables réapparaissent à chaque niveau, mettant en évidence d'importants obstacles qui interfèrent avec la résolution de ces situations. Le compte rendu de cette première partie de la recherche apparaît dans la partie A.

Dans une expérimentation conduite par la suite auprès de jeunes enfants (6-7 ans), les enfants étaient d'une part confrontés à la résolution de situations arithmétiques mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique et d'autre part sollicités à illustrer une transformation (sous forme de dessin, schéma...). Les résultats nous révèlent des liens intéressants entre l'habileté à résoudre des problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation et l'habileté à représenter de façon externe une transformation. Ces résultats mettent en évidence pour les non-reconstructeurs une centration sur les états et une conception statique (partie B). Par ailleurs, cette recherche nous informe sur les représentations développées par les enfants pour illustrer une transformation, et sur les codes graphiques qu'ils utilisent pour représenter le changement (partie C). Ces représentations pourraient être comparées à celles utilisées couramment en enseignement des mathématiques dans les manuels, le matériel auquel l'élève est soumis.

---

1 Bednarz, N., Janvier, B., Poirier, L. (1983). *Problèmes de représentation d'une transformation arithmétique chez des élèves du primaire, bulletin de l'A.M.Q.*

2 Bednarz, N., Janvier, B. (1985). Les illustrations comme support à l'apprentissage de concepts dynamiques en arithmétique. *Cahier du CIRADE.*

Enfin, à la lumière des résultats de la première étude, une intervention didactique fut élaborée visant à faire reconstruire la transformation par le jeune enfant. À partir d'une représentation "dynamisée" d'une transformation arithmétique sur micro-ordinateur, une intervention fut conduite auprès de jeunes enfants (5-7 ans). Un pré-test et post-test a permis d'évaluer l'impact de cette intervention sur la reconstruction et représentation d'une transformation par l'enfant. Nous retrouvons l'analyse de cette expérimentation et des résultats dans la dernière partie du rapport (partie D).

D'un point de vue fondamental, cette recherche contribue à la mise en évidence de la complexité du problème de reconstruction d'une transformation arithmétique, et nous informe sur les représentations développées par les enfants pour illustrer le dynamisme d'une transformation. Elle contribue ainsi à éclairer le développement de ce concept et de sa représentation par l'enfant.

Par ailleurs, par la formulation de principes directeurs pouvant être mis en pratique (exemple de l'intervention didactique menée) dans un apprentissage, elle a des implications pour l'enseignement. De plus, elle nous informe sur des représentations et codes graphiques utilisés par les enfants qui pourraient s'avérer utiles pour illustrer le dynamisme d'une transformation dans l'enseignement.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tout particulièrement les personnes suivantes pour leur support important aux différentes phases de cette recherche: Louise Poirier et Diane Biron pour leur collaboration à la première partie de cette recherche (expérimentation des situations-problèmes, décodage et analyse des résultats); Claudine Mary pour sa collaboration soutenue à l'analyse théorique du logiciel d'animation et de l'intervention, à l'élaboration du protocole, à l'expérimentation et à l'élaboration des grilles d'analyse utilisées lors du décodage; Sylvine Schmidt, Louise Lévesque, Danielle Malenfant et Marie Buil pour leur collaboration à l'expérimentation des pré et post-tests écrits et des entrevues, à l'expérimentation de l'intervention sur micro-ordinateur, et aux analyses des résultats de l'intervention; Nicole Demers et Daniel Martel pour leur collaboration à l'élaboration du logiciel d'animation; Marc Pelletier pour l'analyse informatisée des données relatives aux problèmes; et Alain Latour pour son aide et son support dans l'analyse des résultats à l'aide des méthodes statistiques françaises (analyse des correspondances et classificatoire).

Nous tenons enfin tout particulièrement à remercier les écoles qui ont participé à ce programme de recherche et ont permis de le réaliser, les écoles Notre-Dame-de-Grâce et St-Clément de la Commission des Écoles Catholiques de Montréal.

ÉQUIPE DE RECHERCHE

Nadine Bednarz, CIRADE et département de mathématiques et informatique (responsable)
Bernadette Dufour-Janvier, CIRADE et département de mathématiques et informatique (co-responsable)

I. Sur le problème soulevé par la reconstruction d'une transformation arithmétique

- Diane Biron, CIRADE - étudiante au doctorat en éducation U.M. (assistante)
- Louise Poirier, CIRADE - étudiante au doctorat en éducation UQAM (assistante)

II. Sur l'analyse des représentations externes d'une transformation et du lien avec la reconstruction d'une transformation

- Sylvine Schmidt[3], CIRADE - (professionnelle de recherche)
- Louise Lévesque, CIRADE - étudiante au bac. en enseignement des mathématiques, UQAM (assistante)
- Danielle Malenfant[4], CIRADE - étudiante au bac. en enseignement des mathématiques, UQAM (assistante)
- Marie Buil, CIRADE - étudiante au bac. en enseignement des mathématiques, UQAM (assistante)
- Alain Latour, CIRADE et département de mathématiques et informatique (collaborateur, responsable de l'analyse statistique à l'aide des méthodes françaises)

III. Sur la préparation de l'intervention

- Claudine Mary, CIRADE et CEGEP St-Jean (professionnelle de recherche)
- Nicole Demers, bac. en enseignement des mathématiques, UQAM (préparation du logiciel)
- Daniel Martel, bac. en enseignement des mathématiques, UQAM (préparation du logiciel)
- 2 stagiaires en informatique de gestion

IV. Sur l'analyse de l'intervention

- Claudine Mary, participation à l'élaboration des grilles
- Sylvine Schmidt
- Louise Lévesque
- Danielle Malenfant
- Marie Buil
- Alain Latour

---

3 Est inscrite en 1989 au doctorat en éducation, UQAM.

4 Doit s'inscrire en 1990 à la maîtrise en mathématiques, option enseignement, UQAM.

A Complexité de la reconstruction d'une transformation arithmétique

Notre recherche passée sur l'apprentissage des opérations arithmétiques à l'école primaire avait mis en évidence la difficulté que posent pour les jeunes enfants certains problèmes arithmétiques faisant appel à la soustraction. Dans ces situations, les relations entre les données ne sont pas aussi directes que dans d'autres types de situations additives. Ainsi, il est plus difficile pour un enfant de se représenter adéquatement le problème "Jean a 8 billes, son ami en apporte d'autres. Maintenant il a 13 billes. Combien son ami lui en a-t-il apportées?" que le problème "Jean a 8 billes. Son ami lui en apporte 5. Combien a-t-il de billes maintenant?".

Dans les problèmes du premier type, un état initial donné (ici collection de 8 billes) est transformé par un agent externe (un ami) en un nouvel état (collection de 13 billes), et l'enfant doit se représenter, reconstruire la transformation qui s'est opérée.

Nos observations nous révèlent que dans de tels problèmes, les jeunes enfants (6-7 ans) se centrent sur les états, les combinant de différentes façons et ne peuvent se représenter la transformation intermédiaire qui s'est opérée. Plusieurs recherches à travers le monde (Vergnaud, 1976, 1982; Moser et Carpenter, 1982; Hiebert, 1982; Riley et Greeno, 1983; Nesher, 1982; Resnick, 1982; et d'autres) confirment nos propres observations relativement à la résolution de telles situations.

Toutes ces études se sont cependant souvent restreintes à de jeunes enfants et, la plupart du temps, à des problèmes mettant en jeu une transformation simple. Elles restent donc reliées aux premiers apprentissages de la soustraction. Certaines études semblent toutefois nous indiquer que les difficultés posées par les situations de reconstruction d'une transformation ne sont pas spécifiques aux jeunes enfants, mais se retrouvent également chez les enfants plus vieux et qu'elles s'étendent à d'autres domaines que les mathématiques, dépassant en cela le cadre de l'utilisation d'un concept particulier (Marthe, 1979; Resnick, 1987; Janvier et Morand, 1987).

Notre recherche prolonge cette investigation et a pour but essentiel, dans un premier temps, de montrer la complexité des situations mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique:

- en montrant qu'elles causent des difficultés à différents niveaux du primaire (6 à 12 ans), que ces difficultés ne sont donc pas locales, spécifiques à un niveau donné.
- en identifiant les principales difficultés qu'elles provoquent, les erreurs stables qui se retrouvent d'un niveau à l'autre, et les conceptions sous-jacentes que ces erreurs révèlent.

En vue de montrer ceci, une banque de situations-problèmes complexes, mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique, fut élaborée à partir d'un cadre de référence basé sur notre recherche passée et les recherches portant sur les structures additives (voir situations-problèmes et cadre de référence fournis en Annexe 1).

Cadre de référence sous-jacent aux problèmes

Ce cadre de référence est basé sur une analyse conceptuelle tenant compte des variables suivantes:

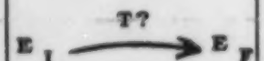
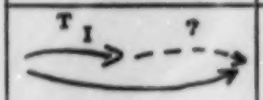
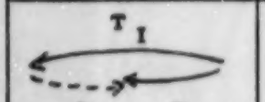
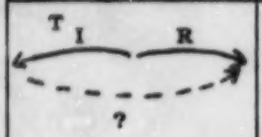
- **structure du problème** (structure sémantique des relations entre les données): problèmes impliquant un changement simple ou une séquence de changements (directe ou indirecte).
- **nature du changement**: déplacement ou transformation / opéré par un agent externe ou non.
- **nature des états**: collections, grandeurs ou positions.
- **nature des nombres:** discrets ou continus.

Les problèmes

Une banque de problèmes fut ainsi constituée tenant compte des variables précédemment citées (pour illustrer la complexité grandissante des problèmes en termes de la structure sémantique des relations entre les données et des autres variables, voir annexe 1).

Ces situations plus ou moins complexes (exigeant toutes la reconstruction d'un changement) furent présentées à des enfants de différents niveaux scolaires du primaire (6 à 12 ans), provenant d'une école de milieu socio-économique moyen de la Commission Scolaire de Montréal (= deux classes par niveau, cf. annexe 1).

Tableau 1
Répartition des problèmes présentés par niveau selon la structure sémantique sous-jacente*

Structure sémantique \ Niveau	1ère	2e	3e	4e	5e	6e
 Transformation simple	X	X				
 Séquence directe de transformations	X	X	X	X	X	
 Séquence indirecte de transformations			X	X	X	
				X	X	X

* Cette répartition permet la comparaison des résultats d'une part en fonction du niveau scolaire, pour un même type de problèmes, et d'autre part en fonction de la structure sémantique.

Les résultats

Le pourcentage de réussite aux différents types de problèmes confirme le fait que les situations mettant en jeu la reconstruction d'un changement causent des difficultés à différents niveaux[5]. Pour les problèmes d'un même type (même structure sémantique sous-jacente), le pourcentage de réussite augmente avec le niveau scolaire. Toutefois, des difficultés analogues persistent lorsque la structure devient plus complexe. Les résultats globaux montrent donc les difficultés que posent, à tous les niveaux du primaire, les situations arithmétiques exigeant la reconstruction d'une transformation.

---

5 Pour plus d'informations, voir Bednarz, N., Janvier, B., Poirier, L. (soumis). The complexity of reconstruction of a change in mathematics for primary school children. *Focus on learning problems in Mathematics.*

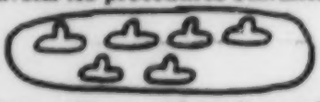
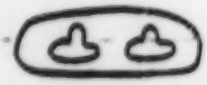
L'analyse des procédures utilisées par les enfants dans le traitement de ces situations, à différents niveaux scolaires, nous montre par ailleurs que les mêmes procédures erronées réapparaissent, mettant en évidence, de la part de l'enfant, une **centration sur les états** (cf. tableau 2).

Tableau 2
Principales procédures utilisées par les enfants (6-12 ans) exprimant une centration sur les états

Situations mettant en jeu: LA RECONSTRUCTION D'UN CHANGEMENT en mathématiques/quelques exemples	
Reconstruction d'un changement simple Ex. 1: «J'avais 8 billes dans ma poche. Un ami m'en a apportées. Maintenant j'ai 17 billes dans ma poche. Combien de billes m'a-t-il apportées?»	**Principales procédures erronées:** (enfants 6-7 ans) - E_F : ÉTAT FINAL - $E_I + E_F$: ajout de l'ÉTAT INITIAL et FINAL
Reconstruction d'un changement à l'intérieur d'une SÉQUENCE plus ou moins complexe Ex. 1: «Michel saute par-dessus des roches pour traverser la rivière. Il saute une première fois par-dessus 7 roches. Il fait un autre saut. Après ces deux sauts, il arrive de l'autre côté de la rivière en ayant sauté par-dessus 13 roches. Par-dessus combien de roches a-t-il sautées la seconde fois?» Ex. 2: «Alain joue à un jeu. Il perd 6 jetons. Il joue une deuxième fois. Après ces deux parties, il a 4 jetons de moins qu'au début. A-t-il gagné ou perdu la deuxième fois, et combien?» Ex. 3: «Des laveurs de vitre sont installés sur une plate-forme. On descend la plate-forme de 100 mètres. On la déplace une deuxième fois, on ne le dit pas comment. Si on sait qu'à la fin, la plate-forme a monté de 30 mètres depuis le début, dis-moi si elle a monté ou descendu la deuxième fois, et de combien?»	**Procédures erronées:** (enfants 8-12 ans) - C_F : changement final - $C_I + C_F$: ajout des changements initial et final - Besoin d'E_I (les enfants expriment le fait qu'ils ne peuvent FONCTIONNER SANS ÉTAT INITIAL) - $C_I = E_I$: Le changement initial est traité comme un état initial --- Procédure de réussite fréquente: SE DONNER UN ÉTAT FICTIF DE DÉPART

Ainsi, dans les problèmes mettant en jeu une séquence indirecte de transformations, la difficulté pour l'enfant de travailler sans état initial de départ le conduira à utiliser les procédures suivantes: La **transformation initiale** (donnée du

problème) est traitée par l'enfant, à des fins de résolution, **comme un état initial**. Le problème posé est donc transformé en un problème plus simple "état initial sur lequel agit une certaine transformation pour donner naissance à un nouvel état". Par exemple, dans le problème suivant: "Alain et ses amis jouent à un jeu où ils peuvent perdre ou gagner des jetons. Le jeu est commencé depuis un certain temps. À un certain moment du jeu, Alain joue et perd 6 jetons. Il joue une autre fois, on ne te dit pas ce qui se passe. Sachant qu'il a maintenant 4 jetons de moins qu'avant ces deux coups, dis-moi si Alain a gagné ou perdu des jetons la deuxième fois, et combien?", nous retrouvons les procédures suivantes:

(1)  **2e fois il perd 4 jetons** 

Dans cette procédure d'un enfant de 4e année, la transformation initiale "perdre 6 jetons" est traitée comme un état initial (collection de 6 jetons) et la résultante (4 jetons de moins qu'avant ces deux coups) est vue comme la transformation qu'on applique à cette collection.

(2) **6 jetons**
− 2 jetons **il a perdu 2 jetons**
4 jetons

Chez cet enfant de 4e année, les 2 transformations (initiale et résultante) sont traitées comme deux états qu'on compare.

(3) D'autres enfants expriment leur incapacité de travailler sans état initial de départ. Cet enfant de 5e année par exemple dira "Moi je trouve qu'il manque une phrase parce qu'on ne sait pas combien il y avait de jetons en premier".

Cette centration sur les états, illustrée par les procédures précédentes, se retrouve également, même si à un degré moindre, dans les procédures de réussite des enfants, plusieurs se donnant alors pour pouvoir opérer un état initial fictif de départ.

Les résultats de cette première étude[6] montrent donc les difficultés que posent en mathématiques les situations mettant en jeu la reconstruction mentale d'une transformation arithmétique par l'enfant, et ceci à tous les niveaux du primaire (1ère à 6e année). Les principales procédures erronées utilisées par les enfants mettent en évidence, et ce pour tous les types de problèmes, une centration sur les états qui interfère avec la résolution de ces situations.

B. Relation entre les représentations développées par les jeunes enfants pour illustrer une transformation et leur performance à résoudre des problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique[7]

Dans une deuxième étude menée auprès d'enfants de 1ère et 2e année uniquement, les enfants furent sollicités à, d'une part, résoudre des problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique et, d'autre part, à illustrer des situations mettant en jeu des transformations exprimées qualitativement (ex.: "Une "balloune" grossit, grossit, grossit... Dessine ce que tu vois". Pour d'autres exemples, voir annexe 2).

---

6 Pour plus d'informations, voir Bednarz, N., Janvier, B., Poirier, L. (soumis). The complexity of reconstruction of a change in mathematics for primary school children. *Focus on learning problems in Mathematics*.

7 Cette étude fut conduite auprès de jeunes enfants (1ère et 2e années: 6-7 ans): 91 enfants de 1ère année, 82 enfants de 2e année.

Nous distinguerons ici les deux types de transformations qualitatives présentées aux enfants pour fins d'illustration: transformation de type temporel et transformation de type procédural. Dans le premier cas, la transformation est caractérisée par un déroulement temporel continu (dans l'exemple donné aux enfants, une "balloune" grossit, grossit, grossit...), dans le deuxième cas, le processus de changement est caractérisé par une action plus ponctuelle produite sur un état donné (dans l'exemple donné aux enfants, Marie est en train de ranger ses cartes, son petit frère arrive et lui en renverse d'autres, et encore d'autres...). Ce deuxième type de transformation est plus proche des situations-problèmes mettant en jeu une transformation arithmétique où le processus de changement est caractérisé par une procédure (par exemple, ajouter des billes). Les problèmes et situations présentés aux enfants de 1ère et 2e années apparaissent de façon complète à l'annexe 2.

I. Relation entre les représentations développées par les enfants pour illustrer une transformation temporelle et leur performance aux problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique.

a) Situation des enfants en 1ère année - Problèmes versus représentation d'une transformation temporelle:

Tableau 3

Performance aux problèmes* / Type de représentation		NR T_2 (échec)		P T_1 (partiel)		R' R (réussite)		Total
N'illustrent rien		2	(1)	-	-	1	1	4(5)
			2(3)				2	
Représentation statique	- objet	10	11	3	2	1	1	46(35)
	- état	5(10)	6(8)	(2)	2	2	3	
			32(30)		7(9)		7	
Illustrent le changement		9(4)	11(8)	4(2)	4	6	7	41(31)
			20(12)		8(6)		13	
Total		54		15		22		91

* Les grilles de décodage des problèmes et des représentations sont en annexes 3 et 4.

Les enfants qui ont effacé et ont changé de représentation sont identifiés (produit final) par le nombre entre parenthèses.

Portrait global qui se dégage de ceci en 1ère année

- Majoritairement, les enfants de 1ère année, dans les problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique, sont des enfants "**non-reconstructeurs**". Ainsi 54 enfants/91 (59%) ont une faible performance aux problèmes, réussissant moins que 3 problèmes (sur 5) mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique.

Majoritairement également, les enfants de 1ère année produisent une **représentation statique du changement** (ou n'illustrent rien), lorsqu'on leur demande d'illustrer une transformation de type temporel. Ainsi, 50 enfants/91 (55%) se situent là, et même 60/91 (66%) lorsqu'on tient compte de la représentation produite après effaçage (pour les enfants qui effacent et changent de représentation).

De plus, parmi les enfants qui ont une représentation statique (si l'on ne tient pas compte de l'effaçage), la représentation statique qu'ils produisent est majoritairement une représentation "objet", donc relativement primitive: 28 enfants ont une telle représentation (ils ne font qu'illustrer l'objet auquel on fait référence, par exemple la "balloune"), contre 18 qui illustrent un état donné de la situation dans laquelle une transformation est effectuée (par exemple ils illustrent une maman avec la "balloune" à la bouche...).

- **Certains enfants effacent et changent de représentation**, passant d'une représentation qui illustre le changement à une représentation statique. **Comment se caractérisent ces enfants qui effacent?** Ces enfants se caractérisent dans leur performance en résolution de problèmes, comme des enfants non-reconstructeurs (5 enfants) ou partiels (4 enfants). Aucun enfant, parmi les reconstructeurs, n'efface (ces derniers apparaissent donc beaucoup plus stables).

  Les enfants qui effacent, d'une procédure initiale de représentation qui illustrait le changement, reviennent à une représentation statique état (après avoir illustré la transformation, ces enfants moins sûrs d'eux ne gardent qu'un état, en général l'état final). Mais comment ces enfants avaient-ils illustré initialement le dynamisme de la transformation?

  6 enfants/10 avaient représenté l'état initial et l'état final avec une illustration du changement de grandeur et, dans certains cas, l'illustration de la concentricité (pour 3 d'entre eux, les ballons sont illustrés de façon concentrique).

  Les 4 autres enfants représentent, sur une même image, la répétition de l'objet ("balloune" répétée plusieurs fois) en illustrant le changement de grandeur, et pour 2 d'entre eux la concentricité.

  Ces enfants ont donc une **représentation très descriptive de la situation présentée**, lorsqu'ils illustrent le changement.

- Enfin, il semble exister une **relation** importante, pour l'ensemble des enfants, **entre** leur **performance aux problèmes** mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique **et** la **représentation** qu'ils produisent pour illustrer une transformation de type temporel.

  En effet, les enfants **non-reconstructeurs** ont une **représentation** en majorité **statique** ou n'illustrent rien (pour 42 d'entre eux/54, soit pour 78%); inversement, les enfants qui ont une représentation statique (ou n'illustrent rien) se retrouvent en majorité (42 enfants/60) parmi les non-reconstructeurs (70%). Les **enfants reconstructeurs** eux illustrent en majorité le **changement** (pour 13 d'entre eux sur 22, soit pour 59%).

  Par contre, les enfants qui illustrent le changement (31) se répartissent autant parmi les non-reconstructeurs (12 enfants) que les partiels (6 enfants) et les reconstructeurs (13 enfants).

- Comment les enfants, parmi ceux qui produisent une représentation dynamique, représentent-ils le changement en 1ère année? À l'aide de quels codes et conventions graphiques?

Tableau 4

	Type de représentation (et codes utilisés pour illustrer le changement) *	Si l'on tient compte de la procédure initiale (41 enfants)	Si l'on tient compte du produit final après effaçage pour ceux qui effacent (31 enfants)
Représentent l'état initial et l'état final	IF (avec CG)	5	2
	IF (avec CG et code de concentricité	4	1
	IF (avec CG et changement de position)	1 — 10	1 — 4
Répètent l'objet plusieurs fois sur une même image	RP (avec CG)	15	13
	RP (avec CG et code de concentricité)	9 — 24	7 — 20
Illustrent une succession d'états	SC (avec CG)	4	4
	SC (avec CG et CP)	1 — 5	1 — 5
Recourent à des codes plus schématiques	Codes autres (code de bande dessinée, codes symboliques...)	2 (1 code bande dessinée, 1 code mixte) — 2	2 — 2

* Voir la grille de décodage des représentations fournie en annexe 4.

Les représentations produites par les enfants en 1ère année pour illustrer le changement, sont des représentations en grande majorité descriptives de la situation: Ou bien ils représentent l'état initial et final (IF) avec utilisation de codes reliés à la situation (changement de grandeur et dans certains cas codes de concentricité), ou bien ils répètent l'objet transformé (RP) en illustrant là encore le changement de grandeur ou la concentricité. 34 enfants se situent là (24 après avoir effacé). Les enfants qui effacent ont donc une représentation très descriptive, plutôt caractérisée par une représentation de l'état initial et de l'état final. 1 seul enfant aura recours ici (IF ou RP) à un code ne découlant pas de la situation même (le changement de position).

Quelques enfants (5) illustrent un déroulement temporel par une succession d'états (SC): ils représentent une suite d'images (histoire sans parole), illustrant ainsi une suite d'états successifs se déroulant dans le temps.

Enfin, 2 enfants auront recours à d'autres codes plus schématiques (codes de bande dessinée ou symbolique) pour illustrer la tranformation.

b) Situation des enfants en 2e année - Problèmes versus représentation d'une transformation temporelle

Tableau 5

Type de représentation \ Performance aux problèmes	NR T_2 (échec)	P T_1 (partiel)	R (réussite)	T
N'illustrent rien	1 - [1]	- -	-	1
Représentation statique - objet	- -	1 -	6 1	
Représentation statique - état	1 2(4) [3(5)]	1 3(4) [5(6)]	5(7) 6(14) [20(28)]	28(39)
Illustrent le changement	- 3(1) [3(1)]	5 3(2) [8(7)]	15(13) 27(21) [42(34)]	53(42)
Total	7	13	62	82

Portrait global qui se dégage de ceci en 2e année

- Majoritairement **les enfants de 2e année sont reconstructeurs** (ils réussissent plus de 4 problèmes sur 5). 62 enfants/82 se retrouvent là (76%).

  Majoritairement également, les enfants **ont plus tendance à illustrer le changement**: 53 enfants/82 se situent là (65%), 42/82 (51%) si l'on tient compte de la représentation produite après effaçage.

- Comment se caractérisent en 2e année les enfants qui effaçent dans leur dessin? Ils se retrouvent partout, autant chez les non-reconstructeurs (2 enfants), les partiels (1 enfant), que chez les reconstructeurs (8 enfants) où ils se retrouvent cependant majoritaires.

  Parmi ces 11 enfants, 7 représentent l'état initial et l'état final avec changement de grandeur et code de concentricité (pour 5 d'entre eux) et 4 illustrent une répétition de l'objet transformé avec changement de grandeur et concentricité. On retrouve donc ici la même caractéristique qu'en 1ère année: **les enfants qui effacent** ont une **représentation très descriptive** de la situation, plutôt centrée sur une illustration de l'état initial et final.

- Il semble là encore exister une relation entre la performance des enfants aux problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique et la façon dont ils représentent une transformation (de type temporel).

  Ainsi, les enfants **non-reconstructeurs** ont majoritairement une représentation **statique** ou n'illustrent rien (6 enfants/7 sont ici, soit 86%) et les enfants **reconstructeurs** ont tendance un peu plus à **illustrer le changement** (34 enfants/62, 55%), bien qu'une grande partie ait ici une représentation statique. Ceux qui **illustrent le changement** inversement sont majoritairement (34 enfants/42, 81%) des reconstructeurs. Toutefois, ceux qui ont une représentation statique sont ici partagés (entre reconstructeurs, non-reconstructeurs, partiels).

- Comment les enfants représentent-ils le dynamisme en 2e année (42 enfants)?

Tableau 6

	Type de représentation et codes utilisés pour illustrer le changement	Si l'on tient compte de la procédure initiale (53 enfants)	Si l'on tient compte du produit final après effaçage pour ceux qui effacent (sur 42 enfants)
Illustrent l'état initial et final	1F avec CG	2	-
	avec CG et ED5 (code concentrique)	10	5
	1F avec ED2 (codes de bande dessinée) ou ED4 (code symbolique) ou mixtes	3	3
	avec CG et CP (changement position)	1	1
		16	9
Illustration d'une répétition de l'objet	RP avec CG	8	8
	avec CG et ED5	9	5
	RP avec CG et ED4 (code symbolique)	2	2
	avec CG, CP et ED4	1	1
		20	16
Illustrent une succession d'états	SC	1	1
	SC avec CG	11	11
	SC avec CG et ED4 (code symbolique)	1	1
		13	13
Recours à des codes plus schématiques	Codes autres:		
	codes symboliques	4	2 } 4
	codes de bande dessinée		2
		4	4

Les représentations produites par les enfants qui effacent sont majoritairement descriptives de la situation, centrées sur une illustration de l'état initial et final.

Même si encore en 2e année, une grande partie des représentations sont descriptives (18/42): illustration de l'état initial, final ou répétition de l'objet avec changement de grandeur et code de concentricité, on voit apparaître ici plus de représentations d'un déroulement temporel (succession d'états): 13 enfants adoptent une telle représentation (alors qu'en 1ère année seulement 5 enfants avaient une telle représentation).

De plus, on voit apparaître en plus grand nombre le recours à des codes de bande dessinée ou à des codes symboliques (pour 21 enfants).

Que se passera-t-il dans le cas de la représentation d'une transformation procédurale? L'enfant se retrouve ici confronté dans les deux cas (problèmes à résoudre et transformation à illustrer), au même type de transformation (la transformation arithmétique étant une transformation de type procédural).

II. Relation entre représentation d'une transformation de type procédural et performance aux problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique.

a) Situation en 1ère année

Tableau 7

Type de représentation \ Performance aux problèmes*	NR (T_2) (échec)		P (T_1) (partiel)		R' R (réussite)		Total
N'illustrent rien	6	5	2	1	4	3	21
		11		3		7	
Représentation statique - objet	6	9	2	1	1	1	60
Représentation statique - état	12	11	3	6	2	6	
		38		12		10	
Illustrent le changement	2	3	-	-	3	2	10
		5		0		5	
Total	54		15		22		91

* Les grilles de décodage des problèmes et des dessins apparaissent en annexes 3 et 4.

Portrait global qui se dégage de ceci en 1ère année

- La représentation externe d'une transformation procédurale semble plus complexe que la représentation d'une transformation temporelle. En effet, 81/91 (89%) enfants ont ici une représentation statique ou n'illustrent rien, alors que seulement 66% des enfants dans le premier cas avaient une représentation statique.

  La représentation du changement élaborée par certains enfants pour la transformation temporelle semble avoir fait place à une représentation statique état ou à aucune illustration (signe d'un malaise).

- Aucun enfant ici n'efface.

- Là encore les enfants non-reconstructeurs ont en majorité une représentation statique (49/54, soit 91%), dans une proportion plus forte que pour la transformation temporelle où 78% des enfants non-reconstructeurs avaient une représentation statique. Et inversement, les enfants qui ont une représentation statique ou n'illustrent rien sont des enfants non-reconstructeurs (49/81, soit 60%). On ne retrouve toutefois plus la même relation au niveau des reconstructeurs à cause de la complexité de la tâche d'illustration: ici, en fait, on retrouve une représentation statique pour 77% des reconstructeurs (17/22). De plus, ceux qui illustrent le changement sont là encore partagés.

- Comment les enfants illustrent-ils le changement lorsqu'ils produisent une représentation dynamique?

Tableau 8

Type de représentation et codes utilisés pour illustrer le changement		(sur 10 enfants)
État initial, final avec changement d'emplacement (de la collection)		1
Action en cours	Recours à des codes de déséquilibre	5 } 6
	Répétition de l'agent avec codes de déséquilibre	1 }
Codes plus schématiques	Recours à des codes de trajectoire	1 } 3
	Recours à des codes symboliques	2 }

Les **représentations** sont là encore **majoritairement descriptives** de la situation (7 enfants/10): représentation de l'état initial et final avec ici code de changement de position (impliqué par la situation donnée: il s'agit ici de cartes rangées au départ et du petit frère qui vient en renverser d'autres, et encore d'autres...), ou répétition de l'agent (qui remplace ici la répétition de l'objet qu'on ne peut retrouver dans cette situation) avec recours à des codes de déséquilibre (angle des cartes avec la position verticale indiquant un certain déséquilibre). Les **codes utilisés** (déséquilibre, changement de position) **découlent directement de la situation donnée**, comme pour la transformation temporelle (changement de grandeur, concentricité).

Quelques enfants auront recours à des codes autres (code de trajectoire, code symbolique).

b) Situation en 2e année

Tableau 9

Type de représentation \ Performance aux problèmes	NR T_2 (échec)	P T_1 (partiel)	R' R (réussite)	Total
N'illustrent rien	1 - [1]	- 1 [1]	- 4 [4]	6
Représentation statique - objet	- -	- -	2 -	45(46)
Représentation statique - état	- 4 [4]	5 4 [9]	13(14) 17 [32(33)]	
Illustrent le changement	1 1 [2]	2 1 [3]	11(10) 15 [26(25)]	31(30)
Total	7	13	62	82

Portrait global qui se dégage de ceci en 2e année

- La tendance à illustrer le changement est là encore moins forte que pour la transformation temporelle, illustrant bien la complexité de la tâche de représentation externe d'une transformation procédurale.

  Les enfants non-reconstructeurs ont majoritairement une représentation statique ou n'illustrent rien (5/7). Les reconstructeurs sont eux plus partagés. Inversement, ceux qui illustrent le changement sont majoritairement des reconstructeurs (25/30). Mais là encore, ceux qui ont une représentation statique sont plus partagés.

- Comment les enfants illustrent-ils ici le changement, parmi ceux qui produisent une représentation dynamique?

Tableau 10

Type de représentation et codes utilisés pour illustrer le changement	sur 30 (31 enfants)
Initial, final	1
avec changement de position et code de déséquilibre	1 } 3
avec changement de grandeur de la collection	1
Recours à des codes de déséquilibre	14 } 16 (17 avec celui qui efface)
avec changement de position	2(3)
Succession d'états avec changement de position, code déséquilibre, changement de grandeur	3
Initial, final avec codes symboliques répétition de l'agent	2
Recours à des codes symboliques ou mixtes	4 } 6 2

Majoritairement, les représentations élaborées pour illustrer le changement sont descriptives de la situation (20/31 représentent l'état initial, final, et ont recours à un code de déséquilibre, ou illustrent un changement de position). Quelques enfants illustrent un déroulement temporel par une succession d'états (2), d'autres ont recours à des codes symboliques ou de trajectoire (6).

III. Synthèse: Liens entre les représentations développées par les jeunes enfants pour illustrer une transformation et leur performance à résoudre des problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique. Liens avec les discours produits sur la représentation externe d'une transformation.

a) Situation des enfants en 1ère année

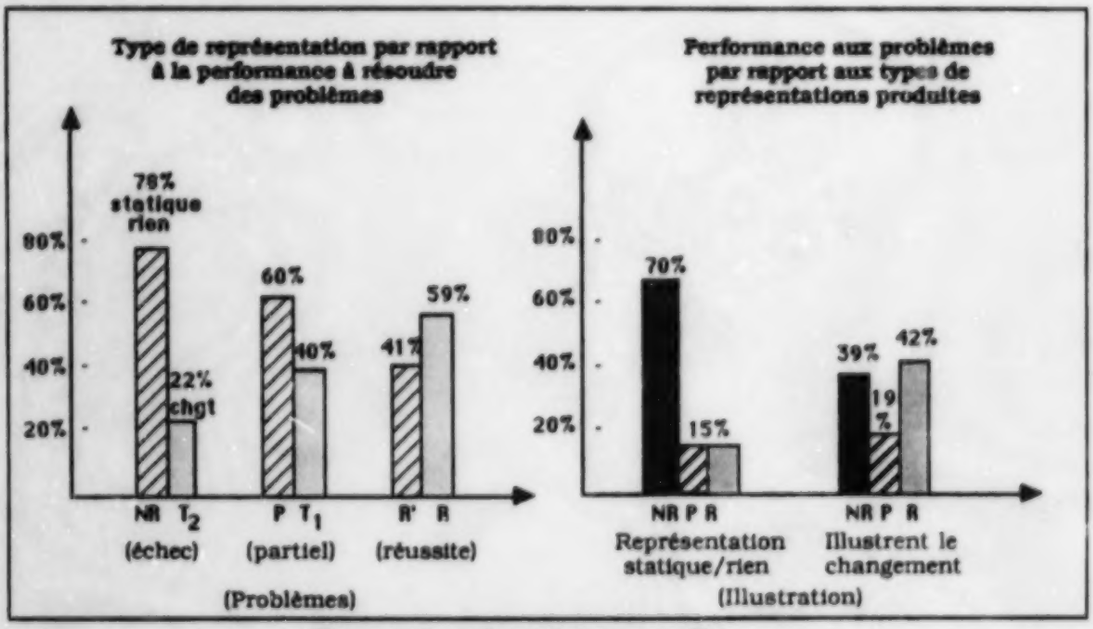


Figure 1. Transformation temporelle

Au fur et à mesure que la performance aux problèmes croît, la représentation statique décroît au profit d'une illustration du changement.

La représentation statique est associée majoritairement à une non-reconstruction de la transformation... Les enfants qui illustrent le changement sont eux plus partagés (ils ne se caractérisent pas par un type de performance donné).

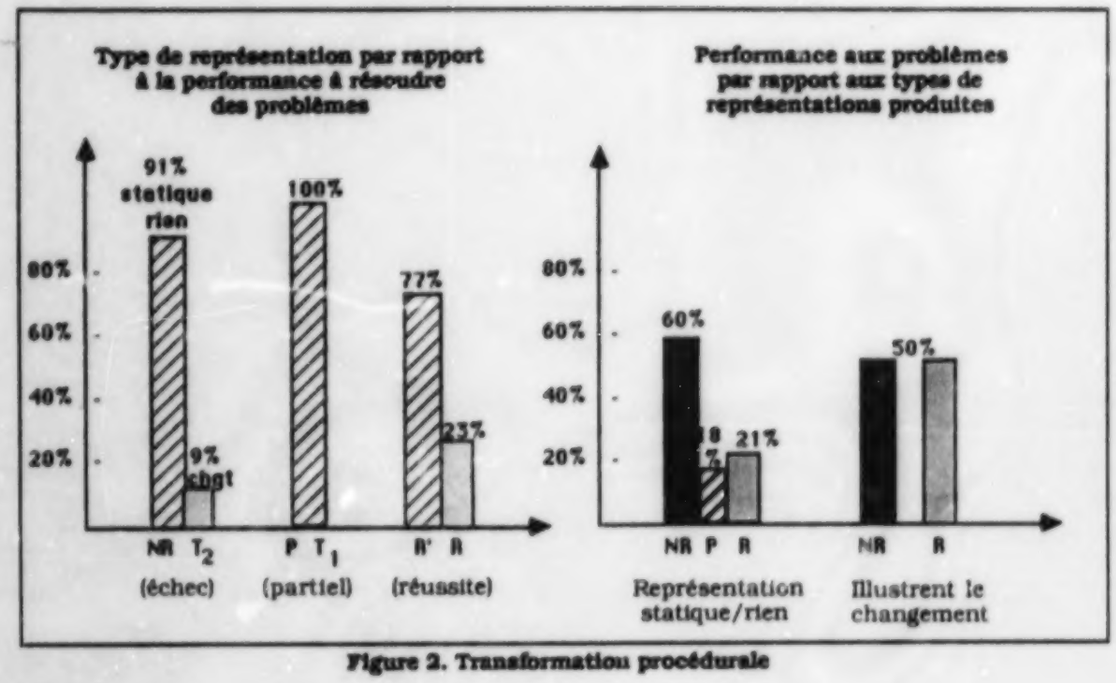


Figure 2. Transformation procédurale

La représentation d'une transformation procédurale apparaît plus complexe, et est majoritairement statique. Cette représentation statique est très forte chez les non-reconstructeurs. Toutefois, cette tendance décroît chez les enfants reconstructeurs.

On retrouve ici la même tendance que précédemment (dans le cas de la transformation temporelle).

b) Situation des enfants en 2e année

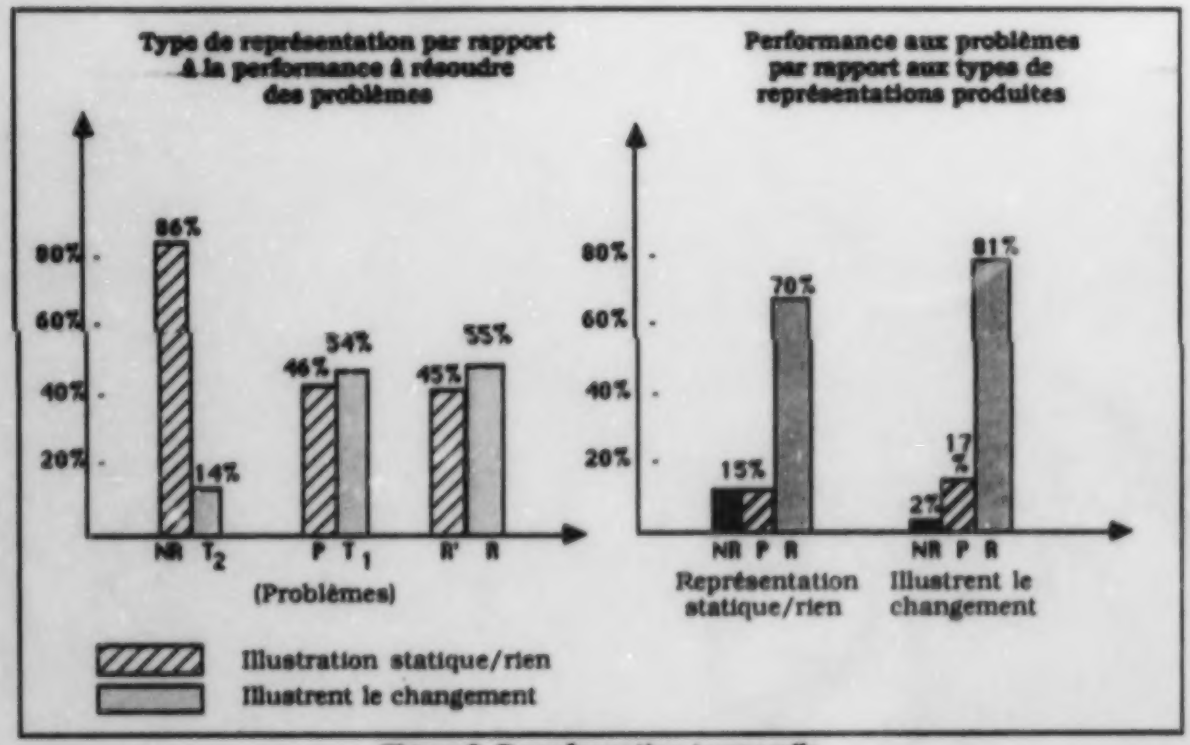


Figure 3. Transformation temporelle

On observe ici le même phénomène qu'en 1ère année, la tendance à illustrer le changement croît lorsque la performance aux problèmes croît.

La représentation du changement est associée à une reconstruction de la transformation dans les problèmes. Les enfants qui ont une représentation statique sont plus partagés. Notons toutefois que, parmi ceux-ci, on retrouve des enfants reconstructeurs (20%) qui ont effacé, et qui avaient initialement illustré le changement.

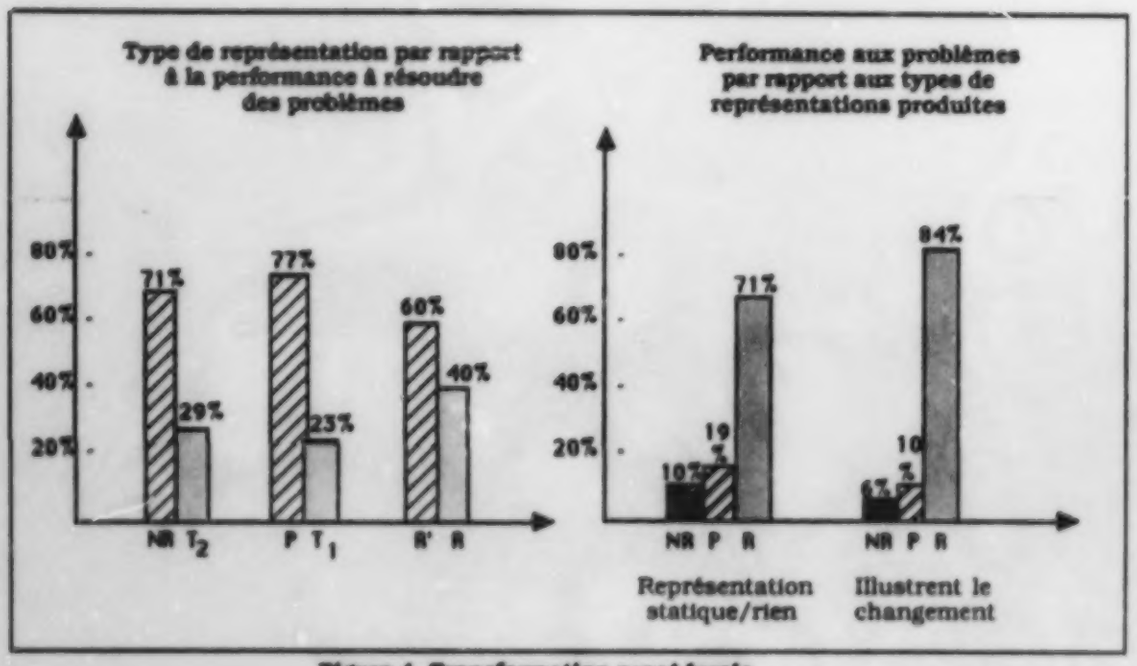


Figure 4. Transformation procédurale

La représentation de la transformation apparaît ici plus complexe: on retrouve une représentation statique plus forte. Toutefois, la même tendance qu'en 1ère année se retrouve, la représentation statique décroît lorsque la performance aux problèmes croît.

On retrouve ici la même tendance que précédemment

Cette étude menée auprès d'enfants de 1ère et 2e années tend donc à montrer qu'**il existe un lien entre la réussite des enfants aux problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique et les représentations externes** (dessins, schémas...) **que produisent les enfants pour illustrer le changement** (dans une situation mettant en jeu une transformation qualitative). Ainsi, les jeunes enfants (6-7 ans) produisent majoritairement une représentation externe statique du changement (ils illustrent un état de la situation). Cette représentation se retrouve surtout parmi les enfants qui échouent aux problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique, alors que les enfants qui reconstruisent la transformation (i.e. qui réussissent aux problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique) produisent majoritairement une représentation externe dynamique du changement. Ils illustrent alors le changement qui s'est opéré par recours à différents codes et conventions graphiques que nous reprendrons ultérieurement.

Par ailleurs, cette étude nous montre que le lien entre représentation externe d'une transformation et performance aux problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique est plus fort dans le cas d'une transformation procédurale. Le processus de représentation externe y apparaît plus complexe que dans le cas d'une transformation temporelle, et une conception statique domine chez les jeunes enfants.

IV. Lien entre performance aux problèmes, représentation du changement et discours sur un changement en 1ère, 2e années

Les analyses de correspondance réalisées sur les variables: performance aux différents problèmes mettant en jeu la reconstruction d'un changement, représentation produite pour illustrer une situation mettant en jeu un changement qualitatif (de type temporel et procédural) et discours produit par l'enfant sur une représentation externe fournie a priori (histoire sans parole) illustrant une certaine transformation, nous permettent d'aller plus loin dans notre étude de la conceptualisation du changement par le jeune enfant.

Les situations auxquelles nous référons ici apparaissent à l'annexe 2 (problèmes à résoudre, situations à illustrer, histoire sans parole à interpréter). Les réponses des enfants à chacun des items ont été codées et ont donné lieu à un traitement informatique à l'aide du logiciel Spad N (procédure Demod: produits croisés sur certaines variables, analyses des correspondances réalisées sur les variables: performance à chaque problème, représentation* procédurale et temporelle et discours*). Les résultats des analyses de correspondance alors réalisées apparaissent à l'annexe 6. Nous les commenterons maintenant successivement.

GRAPHE 1 Analyse des correspondances réalisée sur la variable performance à chaque problème (variables actives), les autres variables (niveau, représentation temporelle, représentation procédurale et discours) étant traitées en variables supplémentaires.

L'axe 1 met en opposition la performance aux problèmes en termes de non-reconstruction versus reconstruction (échec aux problèmes mettant en jeu la reconstruction d'un changement versus réussite).

L'axe 2 permet de distinguer dans cette opposition les enfants présentant une performance partielle. On se retrouve donc avec trois nuages très clairement distincts: les non-reconstructeurs, les partiels et les reconstructeurs.

Le niveau est bien représenté sur le premier axe. Ainsi, le niveau 1 se retrouve davantage caractérisé par une non-reconstruction aux problèmes présentés, alors que le niveau 2 se retrouve davantage caractérisé par une reconstruction du changement dans les situations présentées.

Par ailleurs, la situation des autres variables (bien représentées par rapport à ces deux axes) met en évidence que:

> les enfants qui n'illustrent rien dans le changement de type temporel, ou qui ont une représentation statique objet (autant dans le procédural que le temporel) se retrouvent davantage chez les non-reconstructeurs et chez les enfants de 1ère année. La même relation peut être observée au niveau du discours, où les enfants ayant un discours descriptif (renvoyant aux objets ou à chacune des images) se retrouvent également chez les non-reconstructeurs et en 1ère année.

---

* Les données ont ici été codées à partir des typologies des représentations et des discours mises en évidence (par les analyses classificatoires).

Ainsi, les enfants qui ne reconstruisent pas le changement produisent une représentation statique très primitive de celui-ci (dans leur dessin) et ne perçoivent nullement le changement dans une représentation externe fournie a priori à cet effet (aucun lien n'est ici établi entre les images, et le discours fourni par l'enfant sur l'histoire sans parole est très primitif).

À l'opposé, la représentation dynamique du changement (illustration d'un état initial final, d'une action en cours, d'une succession d'états ou représentation plus schématique, avec implication de l'agent et recours à des codes externes) caractérise davantage les enfants reconstructeurs.

GRAPHE 2 Analyse des correspondances réalisée sur la variable représentation (temporelle et procédurale), les autres variables (niveau, performance aux problèmes et discours) étant traitées en variables supplémentaires.

L'axe 1 met en évidence une gradation dans la représentation statique, mettant en opposition les enfants qui n'illustrent rien ou ont une représentation statique-objet à ceux qui ont une représentation statique-état.

L'axe 2 ne vient que caractériser les enfants qui effacent et changent de représentation (ces derniers se définissant davantage par une illustration de l'état initial, final).

Le premier niveau de représentation statique se retrouve davantage chez les enfants de 1ère année, chez les enfants non-reconstructeurs et chez les enfants présentant un discours très descriptif (dans le cas de l'histoire sans parole proposée). On retrouve donc là la relation inverse à celle qui était mise en évidence par le graphe 1.

Le deuxième niveau de représentation statique se retrouve davantage en 2e année, et parmi les enfants reconstructeurs (dans le cas toutefois des situations "équation" et de la situation simulée devant les enfants [Nicolas...]). Elle ne se retrouve pas chez les enfants qui reconstruisent le changement dans le problème 1 (problème des billes).

La même analyse sera maintenant reprise en distinguant la représentation d'une situation mettant en jeu un changement de type temporel, et la représentation d'un changement de type procédural.

GRAPHE 3 Représentation temporelle active.

On retrouve là les mêmes résultats que précédemment. La représentation statique-objet se retrouve davantage dans ce cas (changement de type temporel) chez les enfants de 1ère année et chez les enfants non-reconstructeurs. Ce comportement est stable puisque associé également à une représentation statique-objet dans le cas du changement procédural et à un discours descriptif-objet.

Une représentation par contre dynamique-descriptive (illustration de l'état initial, final) se retrouve davantage chez les enfants de 2e année et chez les enfants reconstructeurs.

GRAPHE 4 Représentation procédurale active.

Nous obtenons là encore les mêmes résultats relativement aux enfants qui produisent une représentation statique primitive (statique-objet).

Les enfants qui produisent à l'opposé une représentation statique état ou dynamique (action en cours ou recours à des codes symboliques) se retrouvent davantage en 2e année et chez les enfants reconstructeurs.

Le **GRAPHE 5** résume toute l'information précédente dans un seul graphique où toutes les variables (sauf niveau) sont cette fois-ci actives.

Ainsi, la **non-reconstruction** du changement dans les problèmes **est associée à une représentation statique** primitive de celui-ci (dans les dessins) **et à un discours descriptif** également très primitif. Celui-ci se retrouve surtout en 1ère année.

La reconstruction du changement est elle davantage associée à une représentation dynamique (dans les dessins). Aucun lien ne peut toutefois être établi ici avec le discours de l'enfant à propos d'une représentation externe fournie a priori.

C. Analyse des représentations développées par les jeunes enfants pour illustrer un changement (transformation ou déplacement)

Les figures 5 et 6 mettent en évidence une typologie des représentations développées par les enfants pour illustrer une transformation[8]: 5 grandes classes de représentations apparaissent: illustration statique (majoritaire en 1ère année), représentation descriptive du changement illustrant l'état initial et l'état final ou une répétition de l'objet transformé dans le cas de la transformation temporelle (versus une action en cours dans le cas de la transformation procédurale) avec recours à des codes découlant de la situation; illustration d'un déroulement temporel par le biais de la représentation d'une succession d'états; et représentation plus schématique avec recours à des codes empruntés aux bandes dessinées, codes de trajectoire ou codes symboliques.

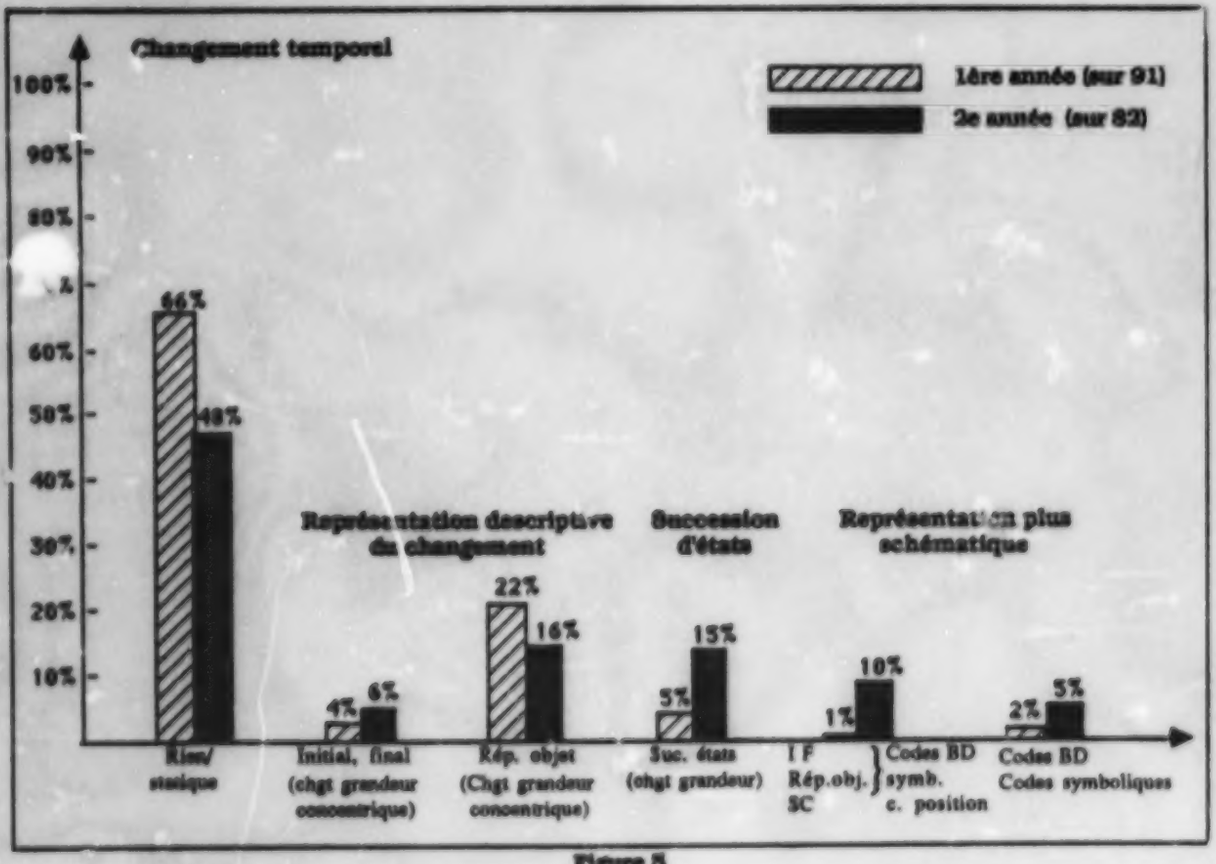


Figure 5

---

8 Pour plus d'informations, voir Bednarz, N., Schmidt, S., Dufour-Janvier, B. (1989). Étude des représentations développées par les enfants dans un contexte de résolution de problèmes mathématiques impliquant des concepts dynamiques. *Rapport de recherche CRSH.*

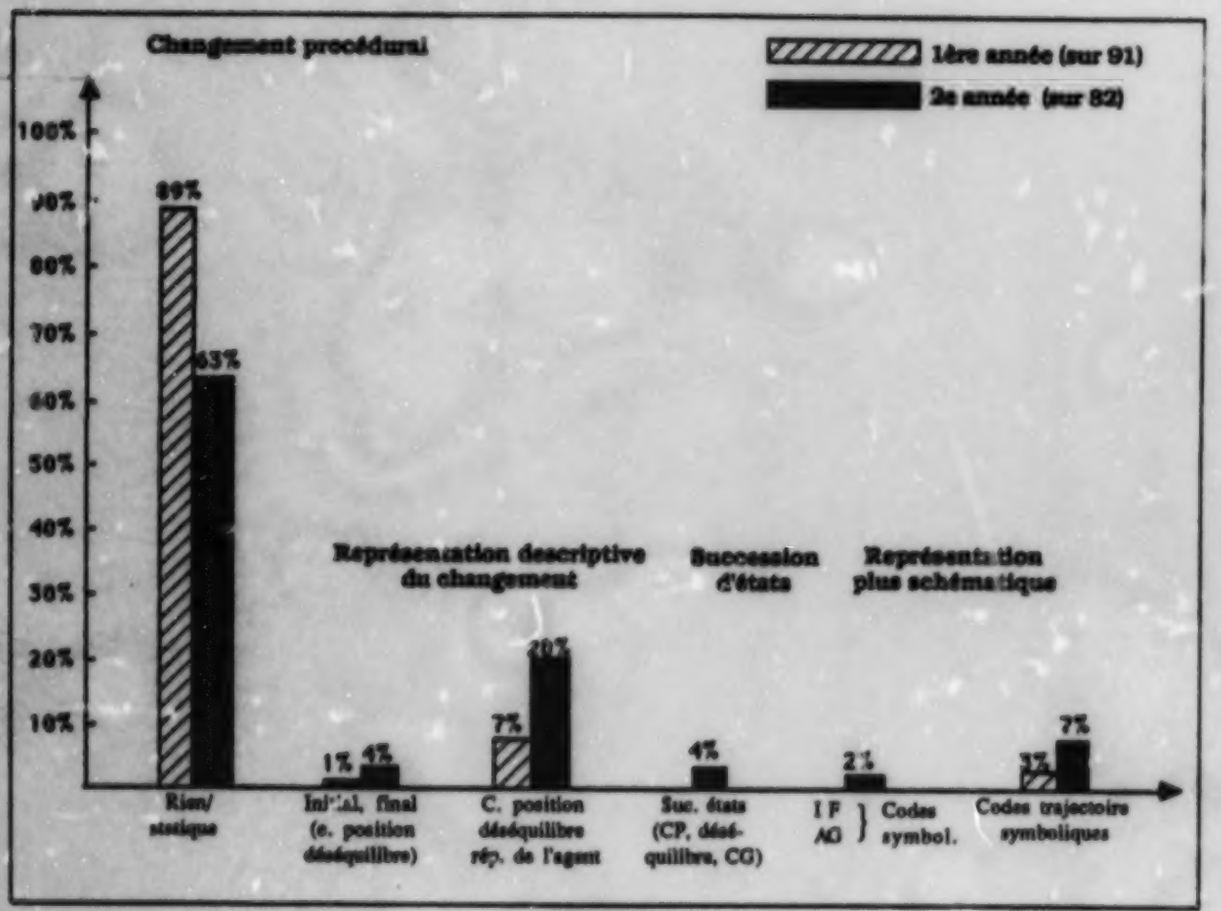


Figure 6

Le diagramme montre de plus l'évolution de la représentation en fonction de l'âge de l'enfant (1ère année versus 2e année). D'une représentation majoritairement statique en 1ère année, celle-ci évolue vers une représentation dynamique du changement, majoritairement descriptive de la situation. On voit toutefois apparaître quelques représentations d'un déroulement temporel (dans le cas d'un changement de type temporel) et le recours à des codes schématiques chez quelques enfants. Les résultats mettent de plus en évidence combien la représentation externe d'un changement de type procédural apparaît plus complexe que l'illustration d'un changement de type temporel.

D. Dynamisation sur micro-ordinateur d'une transformation arithmétique. Intervention didactique visant à faire reconstruire la transformation par le jeune enfant.

Les conceptions révélées par les études précédentes: dans le traitement de situations-problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique (centration sur les états), et dans l'étude des représentations externes d'un changement développées par les jeunes enfants (conception statique), nous ont conduit à porter une attention particulière aux conditions qui pourraient contribuer à une meilleure représentation de situations mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique. Une intervention didactique fut alors élaborée, dont l'objectif était de faire en sorte que les états deviennent progressivement moins attractifs pour l'enfant, intervention qui amène à se centrer davantage sur le processus de changement. Une telle intervention devrait permettre à l'enfant de modifier sa conception statique des relations sous-jacentes aux situations mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique, et l'amener à construire une nouvelle conception qui lui permette de mieux se représenter et traiter les problèmes qui lui sont proposés.

1. Présentation de l'intervention et objectifs

Nous avons expérimenté par le passé, auprès d'enfants du primaire, plusieurs situations mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique sous différentes formes: problèmes écrits, diagrammes, illustrations figuratives, histoires sans parole (cf. Bednarz et Janvier, 1985). Les résultats de ces expérimentations confirment les difficultés qu'ont les enfants à, d'une part, résoudre ces situations et à, d'autre part, interpréter les codes et conventions graphiques qui, dans les représentations graphiques qui leur sont fournies, cherchent à recréer le dynamisme de la transformation. Ces interprétations sont souvent fort éloignées des intentions de la représentation, du message temporel et dynamique que le concepteur voulait livrer dans la représentation.

Dans le but de développer une conception dynamique des relations sous-jacentes aux situations mettant en jeu la reconstruction d'une transformation et de faire en sorte que l'enfant s'attarde moins sur les états et davantage sur le processus de changement, une intervention didactique fut élaborée à partir d'une situation mettant en jeu la dynamisation sur micro-ordinateur d'une transformation arithmétique donnée. Cette intervention fut expérimentée auprès d'enfants de 1ère et 2e années. Avant de reprendre la description de cette simulation sur ordinateur, et le protocole d'expérimentation, nous détaillerons tout d'abord les objectifs poursuivis par cette intervention.

Objectifs globaux poursuivis par l'intervention

- Favoriser la représentation mentale d'une transformation arithmétique par l'enfant et le processus de reconstruction d'une telle transformation, en présentant une représentation externe dynamique d'une transformation et en favorisant une réflexion, par l'intervention organisée sur celle-ci, sur le processus de changement.

- À partir des images composant cette animation, favoriser un processus de reconstruction de la transformation chez l'enfant, son anticipation, en l'amenant à "repenser" mentalement à la transformation, à anticiper ce qui se produit entre deux images données non nécessairement voisines (amener pour cela l'enfant à décrire, à raconter en leur absence, les "entre-images").

- Favoriser une représentation du dynamisme de la transformation par le biais de l'animation présentée, évoquant l'action et le processus de changement.

- Éviter (et ce, par une présentation continue d'une transformation simulée dynamiquement) la discrétisation et la centration sur des états successifs que favorise la présentation d'un ensemble d'images isolées (ce qui est le cas des illustrations statiques habituellement présentées dans l'enseignement pour illustrer une transformation).

Description de l'animation: dynamisation sur micro-ordinateur d'une transformation arithmétique

On sait qu'une animation est constituée de plusieurs images et que la projection rapide de celles-ci permet d'en voir bouger les différents éléments. Ce principe sert de fondement à la construction d'une situation sur micro-ordinateur simulant à l'écran une transformation arithmétique, situation de base à partir de laquelle une intervention didactique sera élaborée.

L'animation

La première scène montre une table, positionnée à gauche de l'écran, sur laquelle 5 pommes sont posées (formant l'état initial). De la droite de l'écran arrive un personnage (l'agent de transformation) transportant à la main un panier. Il se rend progressivement jusqu'à la table, se positionne devant celle-ci, se tourne vers elle, lève son panier en nous tournant le dos, le déverse sans qu'on en voit tomber les pommes (on ne peut donc voir la transformation précise opérée sur l'état initial). Il redresse son panier, baisse les bras, se tourne et repart vers la droite de l'écran, dégageant au fur et à mesure qu'il avance une table sur laquelle 11 pommes sont maintenant posées (formant l'état final).

En résumé, l'animation débute avec une image de l'état initial à l'écran. Elle est suivie d'une séquence animée au cours de laquelle cet état initial est transformé, sans que l'on perçoive directement la transformation précise qui est opérée, et se termine par une image de l'état final à l'écran. Nous avons donc là une représentation dynamique d'une transformation arithmétique que l'enfant doit reconstruire à partir des indices qui lui sont fournis (indices d'action: bonhomme qui marche, panier en déséquilibre..., indices de changement d'état...).

Deux versions de l'animation seront utilisées dans le cadre de l'expérimentation menée auprès de jeunes enfants: une version sans son (telle que décrite précédemment) et une version sonore (où un son accompagne les pas du bonhomme lorsqu'il marche et l'action des pommes qui tombent). La version sonore sera introduite auprès d'un des groupes expérimentaux pour venir renforcer le contexte de la situation et le processus de changement. L'hypothèse sous-jacente qui a présidé au choix de 2 versions est le fait que le son (des pommes qui tombent) constitue un élément déclencheur possible de reconstruction de la transformation par l'enfant. De plus, il peut aider à anticiper lors de la revue de l'animation avec images absentes (cf. protocole d'expérimentation en annexe 7) ce qui se passe entre deux images données. L'expérimentation viendra dire si cette version sonore est davantage performante que la version sans son auprès des enfants, et si elle favorise davantage la reconstruction de la transformation présentée à l'écran.

L'intervention

Bien qu'une forme d'exploitation possible de l'animation puisse consister presque essentiellement à la faire visionner et expliciter une ou plusieurs fois par les enfants, cette exploitation, à la lumière des recherches faites sur l'utilisation du film comme outil pédagogique, n'a pas été retenue. Ces recherches tendent en effet à montrer que la majorité des élèves sont incapables de décrire le mouvement ayant été présenté dans un film animé à l'écran. Nos recherches antérieures nous ont par ailleurs convaincues de l'importance d'une interaction de l'élève avec l'animation. Le rôle de l'enfant ne doit pas se limiter à regarder, à écouter et faire des commentaires lorsqu'on le sollicite à le faire, mais il doit être amené à intervenir sur l'animation, à faire un choix sur les images qu'il veut plus particulièrement regarder, et même à réaliser lui-même ou à modifier le cours de l'animation, à interagir avec cette animation. Avec ces préoccupations en tête, et les objectifs globaux visés par l'intervention didactique, nous avons envisagé et analysé plusieurs exploitations possibles de l'animation avec interaction, et en avons retenu deux que nous expliciterons brièvement (les différentes versions et les protocoles précis d'expérimentation apparaissent en annexe 7).

Tableau 11
Les différentes versions expérimentées

Sélection dans l'animation / Animation	Version image par image	Version images globales dite "porte-folio"
Avec son	①	②
Sans son	③	④

Les deux versions de l'animation (*sans son* versus *avec son*) ont été explicitées précédemment. Le protocole d'expérimentation prévoyait par ailleurs deux types de sélection des images par les enfants, après vision de l'animation (cf. annexe 7) que nous expliciterons maintenant brièvement.

Version image par image

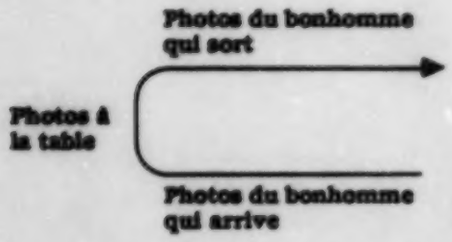
Dans le cadre de ce premier type d'interaction, à la suite d'un visionnement de l'animation initiale dans lequel l'enfant est amené à expliciter ce qu'il y voit, premier visionnement suivi d'autres visionnements possibles de l'animation (à la demande de l'enfant), une séquence image par image (des éléments constituant l'animation) est présentée à l'écran. L'enfant doit alors sélectionner le nombre minimal de photos nécessaires à la "compréhension" de l'histoire par un autre enfant. Les images sélectionnées pour chaque séquence sont emmagasinées dans un fichier, de façon à pouvoir retracer les stratégies successives utilisées par l'enfant.

Suite à la sélection, la séquence d'images retenues est représentée à l'écran en faisant apparaître des noirs, là où les images de l'animation initiale n'ont pas été retenues par l'enfant. Ce visionnement en séquence des images retenues se fait sous

forme de séquence continue, tenant compte du temps, les images éliminées étant tout simplement cachées (par un noir qui apparaît à l'écran). L'enfant est, alors amené à raconter cette séquence qui passe à l'écran. La verbalisation de celle-ci force un retour à l'animation et une anticipation de ce qui se passe entre les images, une lecture, une reconstruction des "entre-images".

Version images globales ou "porte-folio"

Dans cette deuxième version, la sélection des images ne se fait plus à l'écran à partir d'une séquence qui défile image par image devant l'enfant, mais elle se fait ici sur le mur (à partir d'un ensemble de photos de l'animation, arrangées selon une disposition mixte: horizontale et verticale suivant le sens de l'animation réelle).



Ce deuxième type de sélection a été amené pour permettre, lors du choix d'images pertinentes par les enfants, une vue d'ensemble des images de l'animation (qui n'est pas possible dans la version précédente).

Le protocole détaillé, beaucoup plus complexe que ce qui en a été présenté brièvement précédemment, apparaît à l'annexe 7.

L'expérimentation

L'expérimentation fut conduite auprès d'enfants de 1ère et 2e années. À partir d'une épreuve préliminaire (expérimentée dans trois classes par niveau de 1ère et 2e années, d'une école de l'Île de Montréal, épreuve comportant d'une part des problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique à résoudre, et d'autre part des transformations qualitatives à illustrer, ou des illustrations données a priori de transformations arithmétiques à interpréter, une sélection d'enfants fut faite (voir prétest, annexe 2).

Les deux groupes d'enfants retenus en 1ère et 2e années, formés majoritairement d'enfants non-reconstructeurs, formeront les différents groupes expérimentaux (58 enfants en 1ère année, 14 enfants en 2e année), et seront équitablement répartis selon chacune des versions possibles. Le nombre plus restreint d'enfants retenus en 2e année pour des fins d'expérimentation s'explique par le fait qu'à ce niveau scolaire les enfants démontrent déjà une plus grande maîtrise des situations mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique. Or, cette intervention vise essentiellement par ses objectifs les non-reconstructeurs.

Tableau 12

Sélection / Animation et revue	Version image par image (sur ordinateur)	Version images globales ou "porte-folio" (sur le mur)
Sans son	14 enfants en 1ère	14 enfants en 1ère
Avec son	15 enfants en 1ère 7 enfants en 2e	15 enfants en 1ère 7 enfants en 2e

Les autres enfants de 1ère et 2e années (non-retenus pour les fins de l'expérimentation) formeront les deux groupes-contrôle (formés respectivement de 33 et 68 enfants). L'expérimentation se déroulera sous forme d'entrevues individuelles auprès des enfants de 1ère et 2e années retenus, entrevues filmées sur vidéo (chaque entrevue dure en moyenne 45 minutes).

Un post-test écrit sera ensuite expérimenté auprès de l'ensemble des enfants (groupes expérimental et contrôle) sur des items semblables à ceux de l'épreuve préliminaire: résolution de problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique, illustration de situations mettant en jeu une transformation, et interprétation d'illustrations données a priori de transformations arithmétiques (cf. annexe 2).

Nous examinerons maintenant, à la lumière de l'analyse des résultats des pré et post-tests, l'impact de l'intervention expérimentée sur la représentation et la reconstruction mentale d'une transformation arithmétique par l'enfant.

II. Impact de l'intervention

1. Analyse des résultats du pré-test et du post-test en 1ère et 2e années (groupes expérimental et contrôle) pour la partie résolution de problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique*.

Nous situerons tout d'abord globalement comment se caractérisent chacun des deux niveaux scolaires dans la résolution de problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique, avant de préciser comment se situent chacun des groupes (expérimental et contrôle). Puis nous examinerons l'évolution des deux groupes globalement par rapport à la résolution de problèmes au pré-test et au post-test, et par problème (pour chaque couple de problèmes semblables des pré et post tests).

---

* Cette analyse a été réalisée grâce à la participation de Marc Pelletier, étudiant au baccalauréat en enseignement des mathématiques de l'UQAM.

1.1. Situation des groupes d'enfants avant l'expérimentation dans la résolution de problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique

Figure 7
Caractérisation des deux niveaux (1ère versus 2e année) dans la résolution de problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique

- R : reconstructeurs (réussissent 5 problèmes sur 5)
- R' : réussissent entre 4 et 5 problèmes
- T_1 : réussissent entre 3 et 4 problèmes
- P : réussissent 3 problèmes sur 5
- T_2 : réussissent entre 1 et 3 problèmes
- N.R. : non-reconstructeurs (réussissent entre 0 et 1 problème)

(Voir pour plus de détails la grille de décodage problèmes écrits en annexe 3)

Résultats: On retrouve là les résultats de l'étude précédente menée de 1ère à 6e année (partie A) à propos de la résolution de problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique. Pour un même type de problèmes, la performance augmente en fonction du niveau scolaire. Les pourcentages de réussite se comparent ici à ceux obtenus dans l'étude précédente menée auprès des enfants de 1ère à 6e année (cf. partie A).

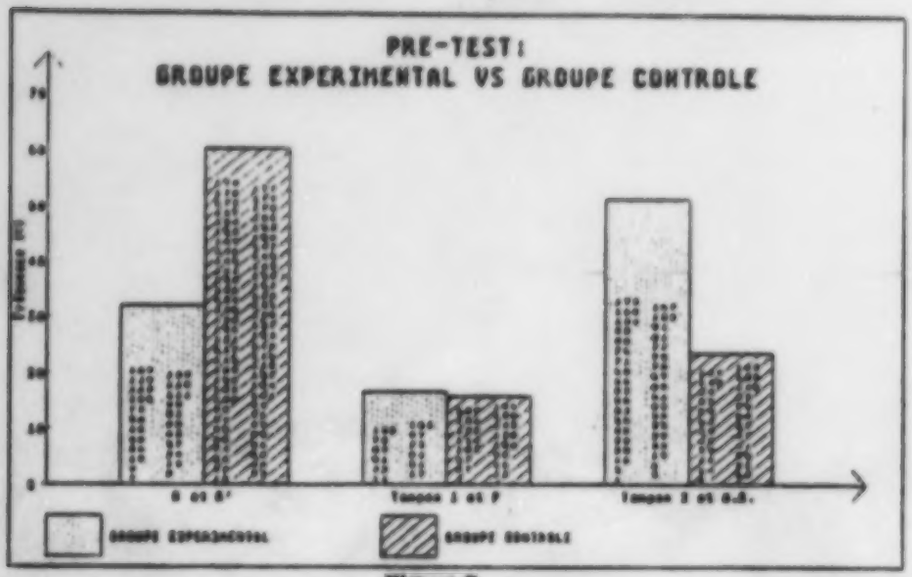


Figure 8
Situation du groupe expérimental et du groupe contrôle avant expérimentation par rapport aux problèmes (les deux niveaux ensemble)

Figure 9
Situation du groupe expérimental par rapport au groupe contrôle en 1ère année, avant expérimentation

Commentaires: Les deux groupes (expérimental et contrôle), en 1ère année, sont relativement équivalents par rapport à la résolution de problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation (groupes équivalents en termes de la répartition des enfants en reconstructeurs, partiels et non-reconstructeurs).

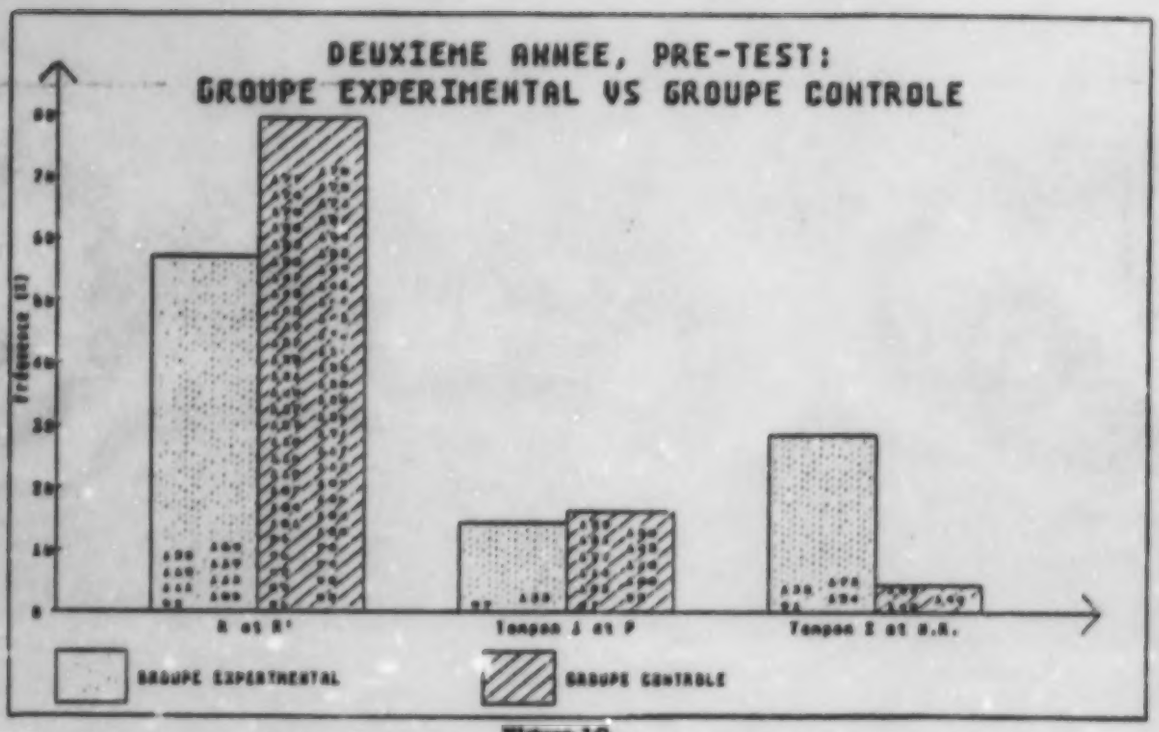


Figure 10
Situation du groupe expérimental par rapport au groupe contrôle en 2e année, avant expérimentation

Commentaires: Ici le groupe expérimental (nombre restreint de sujets) n'est pas au départ du tout équivalent au groupe contrôle. On retrouve plus d'enfants non-reconstructeurs dans le groupe expérimental. La comparaison au post-test devra tenir compte de cette situation initiale.

Portrait global des deux groupes au pré-test (i.e. avant l'expérimentation), face à la résolution de problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique: (cote établie selon la grille d'analyse des problèmes apparaissant en annexe 3)

Tableau 13

1ère année	**Groupe expérimental (/58)**	**Groupe contrôle (/33)**
NR; T_2 (échec)	57%	64%
P ; T_1 (partiel)	17%	15%
R; R (réussite)	26%	21%
(Tendance à peu près équivalente dans les deux groupes avec un peu plus de non-reconstructeurs dans le groupe contrôle)		
2e année	**Groupe expérimental (/14)**	**Groupe contrôle (/68)**
NR; T_2 (échec)	28%	4%
P ; T_1 (partiel)	14%	16%
R ; R (réussite)	58%	79%
(Ici les groupes ne sont pas du tout équivalents, on retrouve plus de non-reconstructeurs dans le groupe expérimental)		

1.2. Évolution des groupes au pré-test et au post-test par rapport à la résolution de problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique

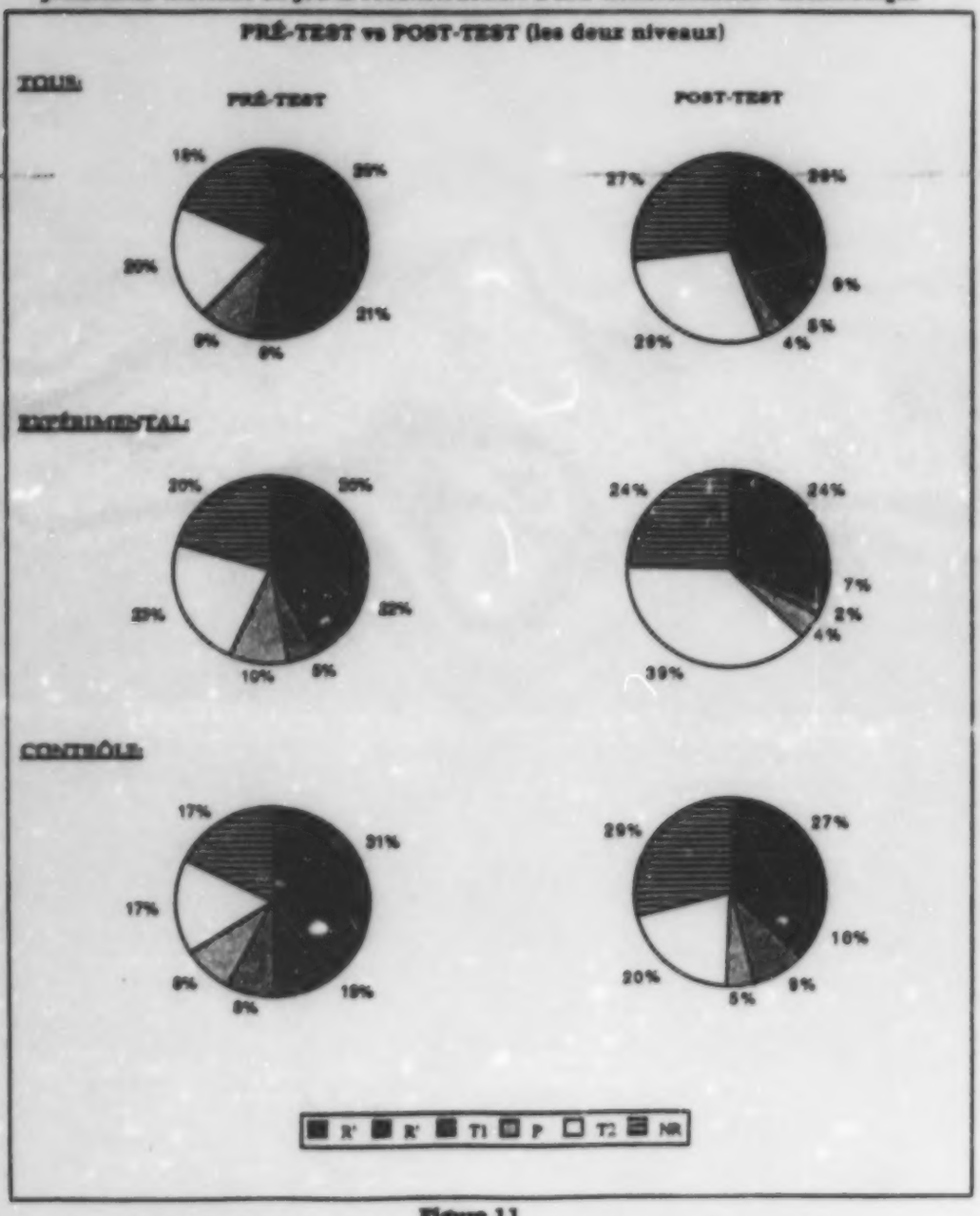


Figure 11
Évolution globale du groupe expérimental et du groupe contrôle (sans distinguer les niveaux)

a) **Évolution globale en 1ère année par rapport à la résolution de problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation**

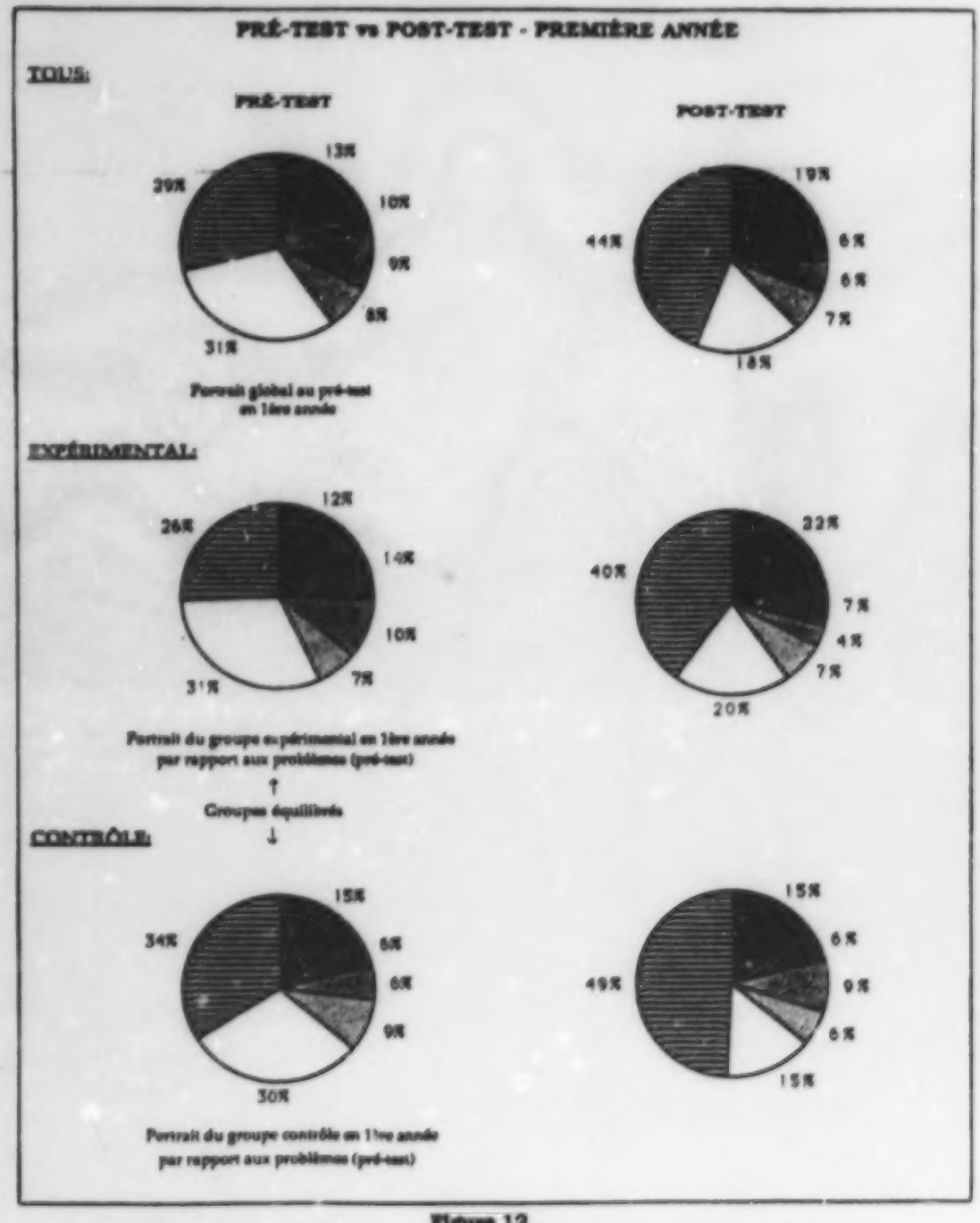


Figure 12
Évolution en 1ère année du groupe expérimental et du groupe contrôle

Résultats: Le groupe contrôle reste ici stable: 64% de **N.R.**-T_2 (d'enfants qui réussissent moins de 3 problèmes sur 5) au pré-test versus 64% au post-test; 21% de **R**-**R'** (qui réussissent plus de 4 problèmes sur 5) au pré-test versus 21% au post-test. Il y a même une légère régression en faveur des non-reconstructeurs à l'intérieur du groupe **N.R.**-T_2 (le pourcentage d'enfants qui réussissent moins de 1 problème sur 5 augmente).

Par contre, du côté du groupe expérimental, on constate une légère évolution: 29% de **R**-**R'** (i.e. d'enfants qui réussissent plus de 4 problèmes sur 5) au post-test par rapport à 26%. Cette évolution se fait surtout en faveur des reconstructeurs. Il y a toutefois une légère régression au niveau des **N.R.**-T_2 en faveur des **N.R.** Une analyse plus détaillée de la situation des individus nous permettra de voir ultérieurement comment s'est fait l'évolution.

b) Évolution globale en 2e année par rapport à la résolution de problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique

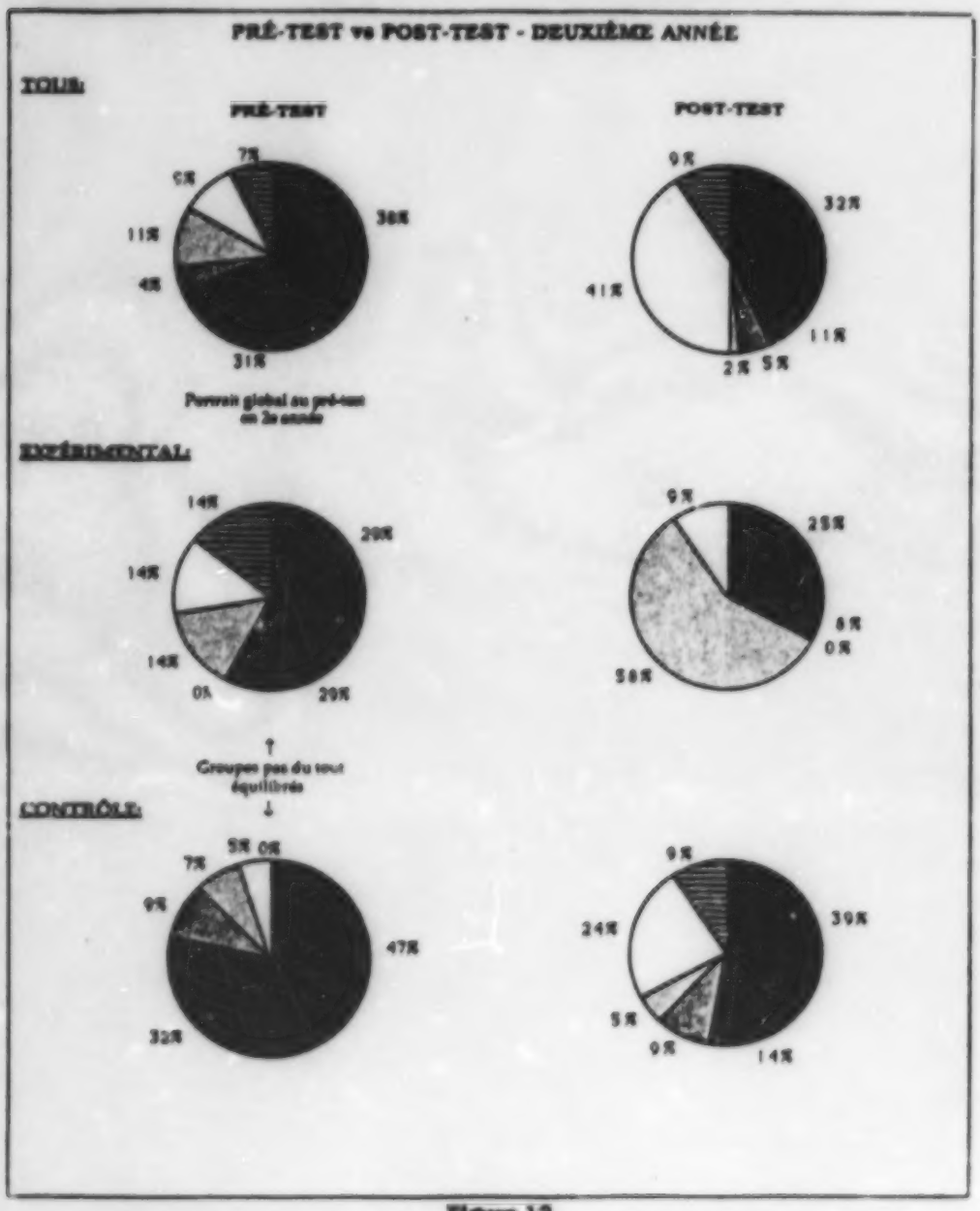


Figure 13
Évolution en 2e année du groupe expérimental et du groupe contrôle

On constate en 2e année une régression autant chez le groupe expérimental que chez le groupe contrôle. Le groupe ayant participé à l'expérimentation étant ici peu nombreux (14 sujets), il est toutefois difficile de tirer partie de ces résultats.

Une analyse de l'évolution, problème par problème, permet de voir de façon plus fine ce qui s'est passé en 1ère et 2e années.

c) Analyse de l'évolution par problème

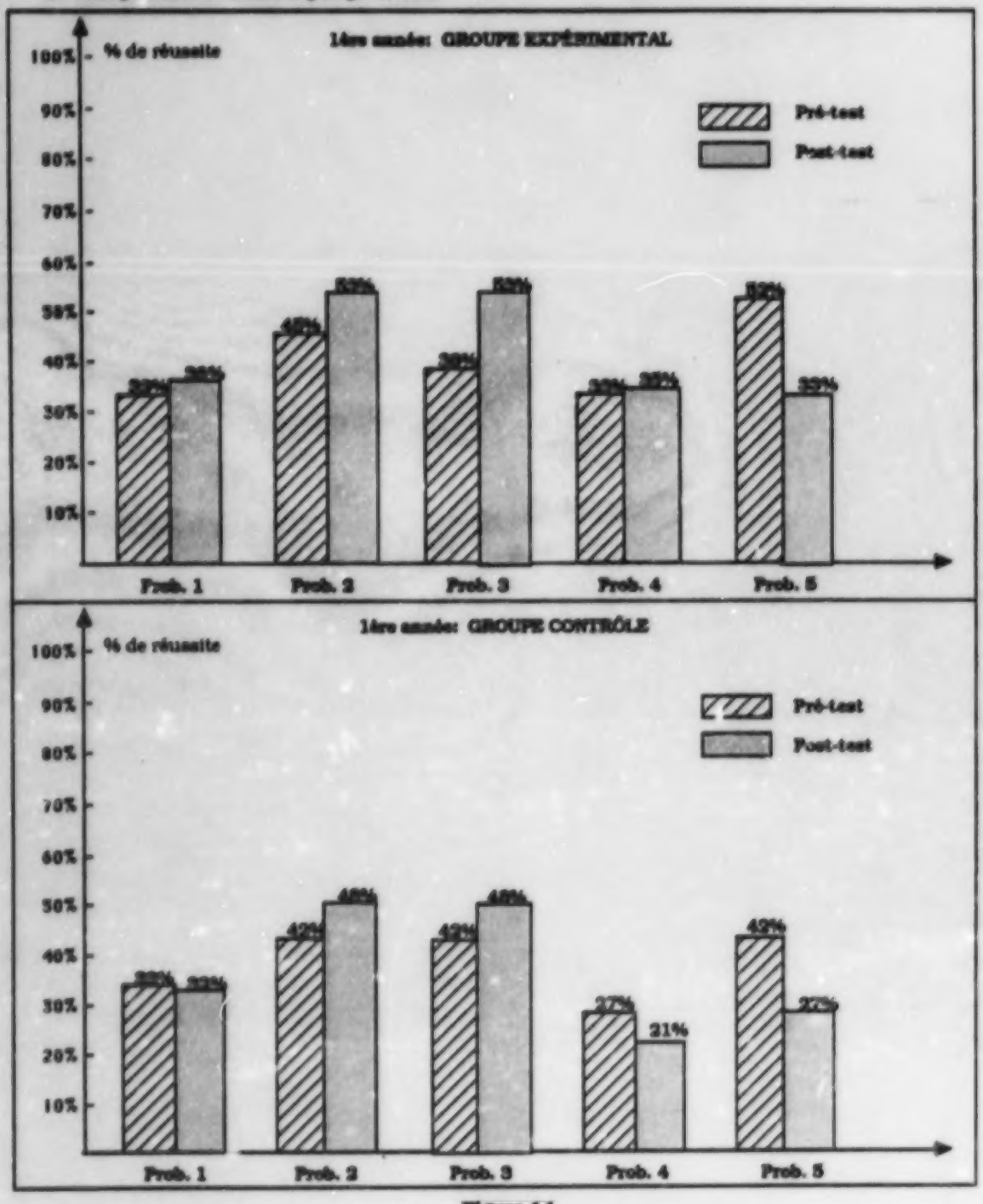


Figure 14
Analyse de l'évolution par problème en 1ère année

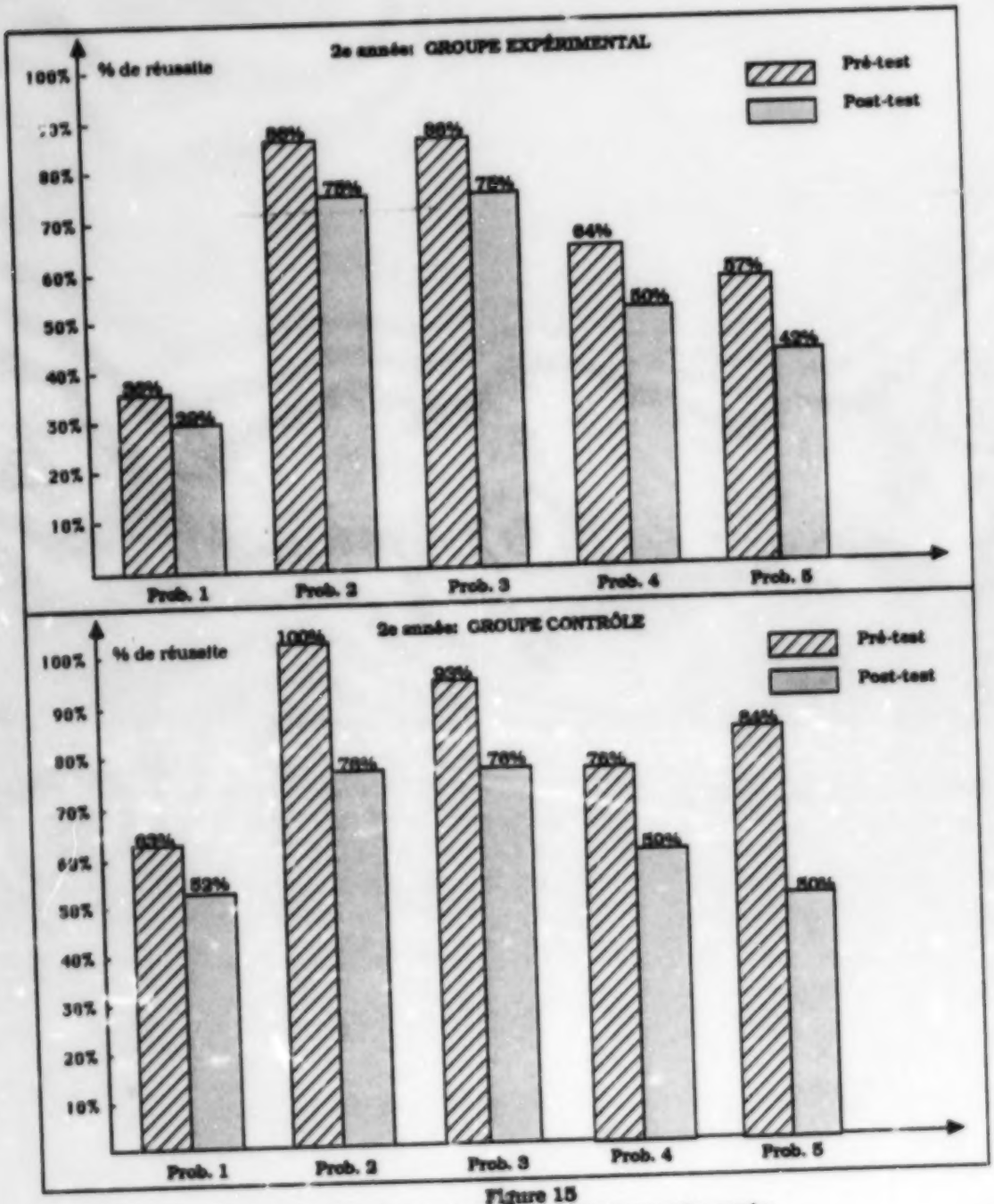


Figure 15
Analyse de l'évolution par problème en 2e année

Résultats: Les groupes expérimentaux et contrôle en 1ère année étaient au pré-test relativement équivalents dans la résolution de problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique (40% de moyenne de réussite sur l'ensemble des 5 problèmes posés dans le groupe expérimental, relativement à 37% de moyenne dans le groupe contrôle).

L'analyse par problème, en comparant les problèmes isomorphes deux à deux (au niveau de la structure mathématique, du type de données - continu ou discret - et de l'agent de transformation, c.f. cadre de référence sous-jacent aux problèmes, annexe 1) nous révèle une légère évolution dans le groupe expérimental aux 4 premiers problèmes, ce qu'on ne retrouve pas pour le problème 4 dans le groupe contrôle où il y a légère régression, ni pour le problème 1 stable. De plus, pour les 2 autres problèmes (2 et 3, équations en mots), l'évolution est plus marquée dans le groupe expérimental. Le problème 5 au pré-test et au post-test n'ayant pas la même structure mathématique sous-jacente (structure plus complexe au post-test: composition de transformations versus transformation simple), il ne peut être véritablement inclus dans l'analyse de l'évolution.

En 2e année, le groupe expérimental (seulement 14 sujets) n'était pas du tout équivalent au groupe contrôle (66% de réussite en moyenne aux 5 problèmes, par rapport à 83% de réussite dans le groupe contrôle). Le groupe expérimental est donc au départ (avant l'expérimentation) plus faible que le groupe contrôle.

On constate dans les deux cas par problème une régression (difficilement explicable si ce n'est par le choix des nombres mis en jeu dans les problèmes au post-test rendant peut-être la tâche plus complexe). Cependant, la régression pour le groupe expérimental (groupe le plus faible au départ) est moins forte que pour le groupe contrôle. L'intervention semble donc là aussi avoir eu un certain impact.

1.3. Évolution des enfants (individus) dans la résolution de problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique

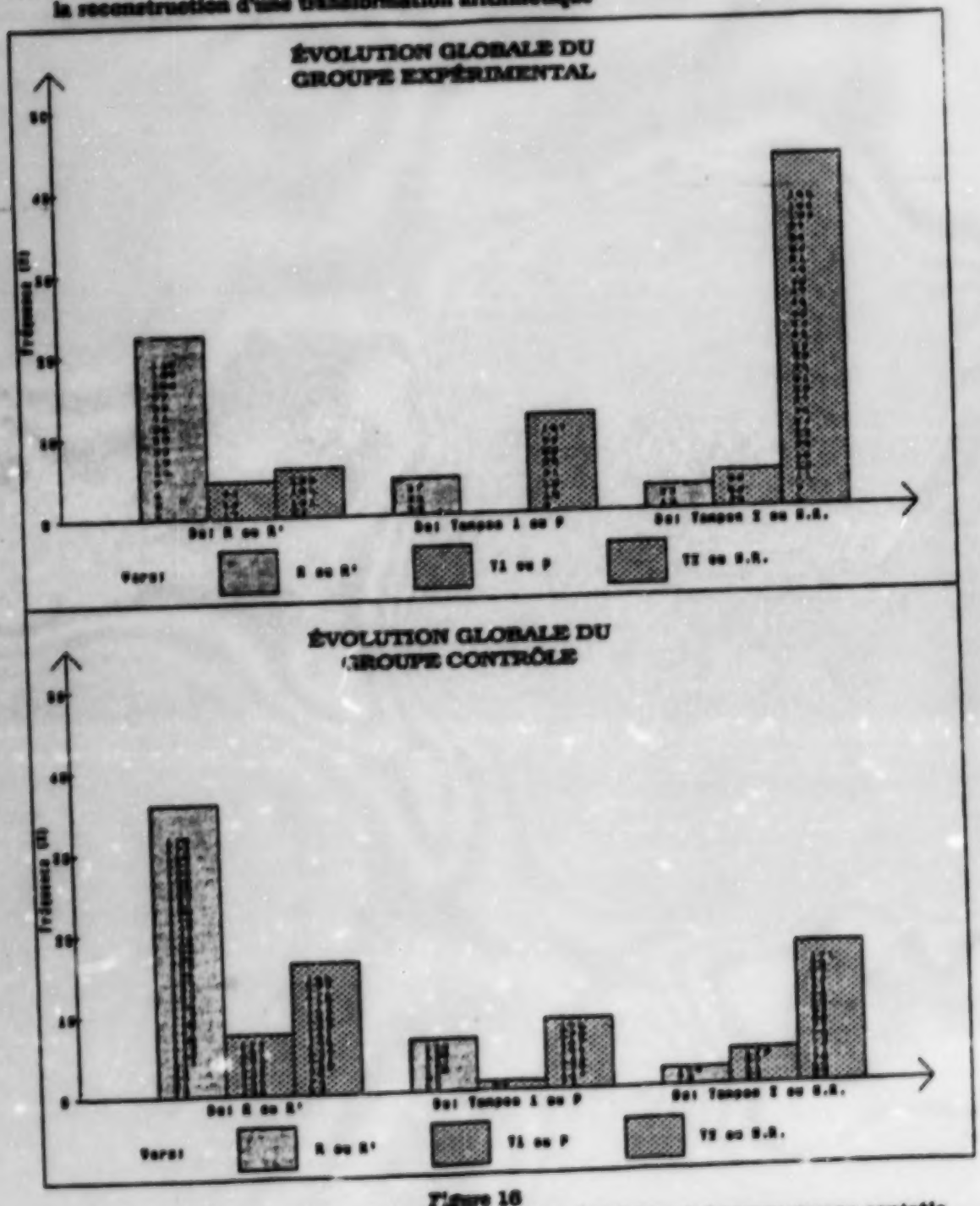


Figure 16
Évolution des individus selon leur appartenance - Groupe expérimental versus groupe contrôle

Commentaires: Dans le groupe expérimental, certains individus ont régressé de **R-R'** (réussite) à **Partiel** et de **Partiel** à **N.R.-T_1** (échec) (10 enfants), d'autres ont progressé de **N.R.** à **Partiel** (3) ou de **Partiel** à **R** (3) ou de **N.R.** à **R** (2).

Ce glissement se retrouve cependant, même si à un degré moindre (pas de **N.R.** à **R**) dans le groupe contrôle.

Groupe expérimental et groupe contrôle - Évolution en 1ère année

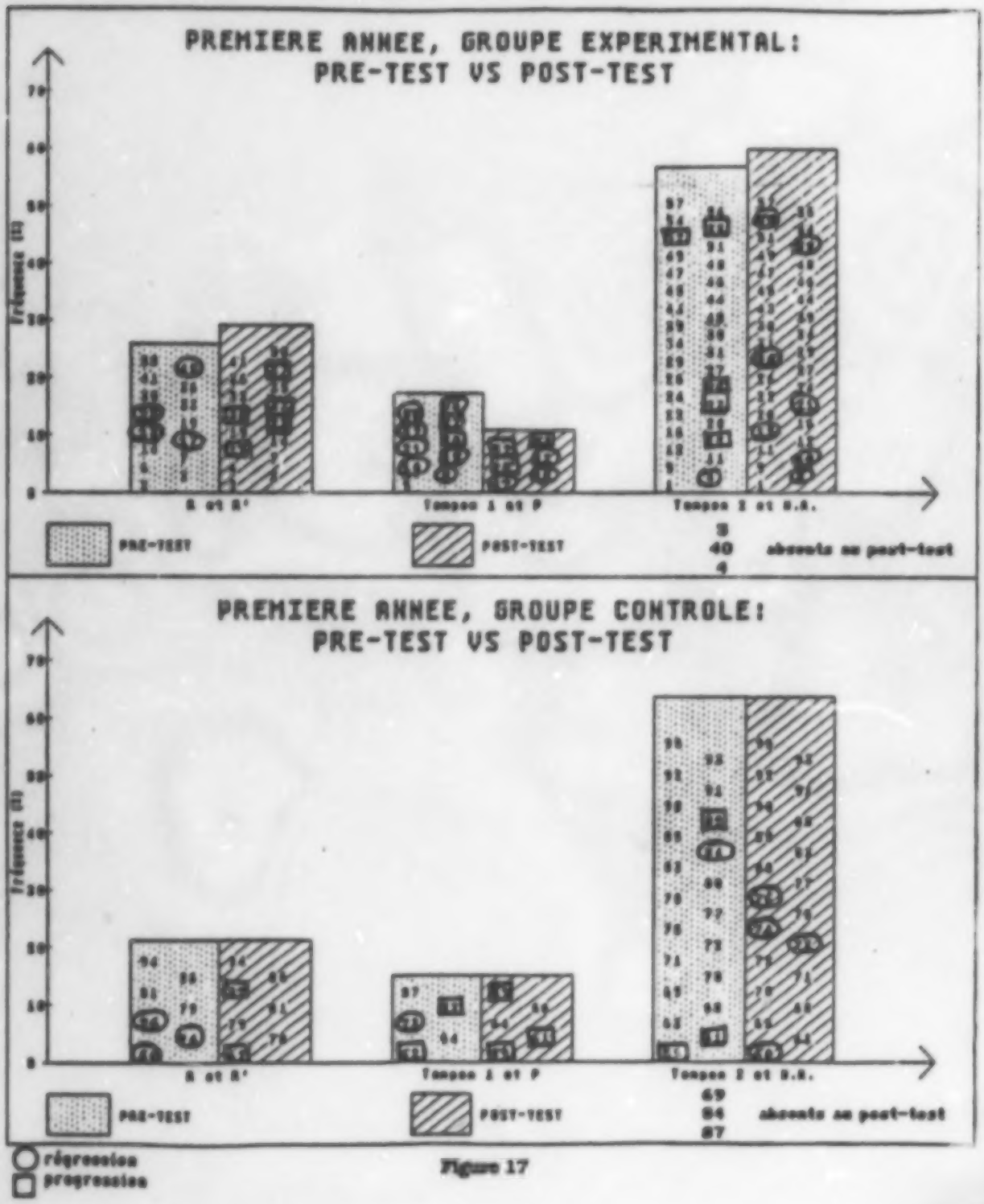


Figure 17

Groupe expérimental et groupe contrôle - Évolution en 2e année

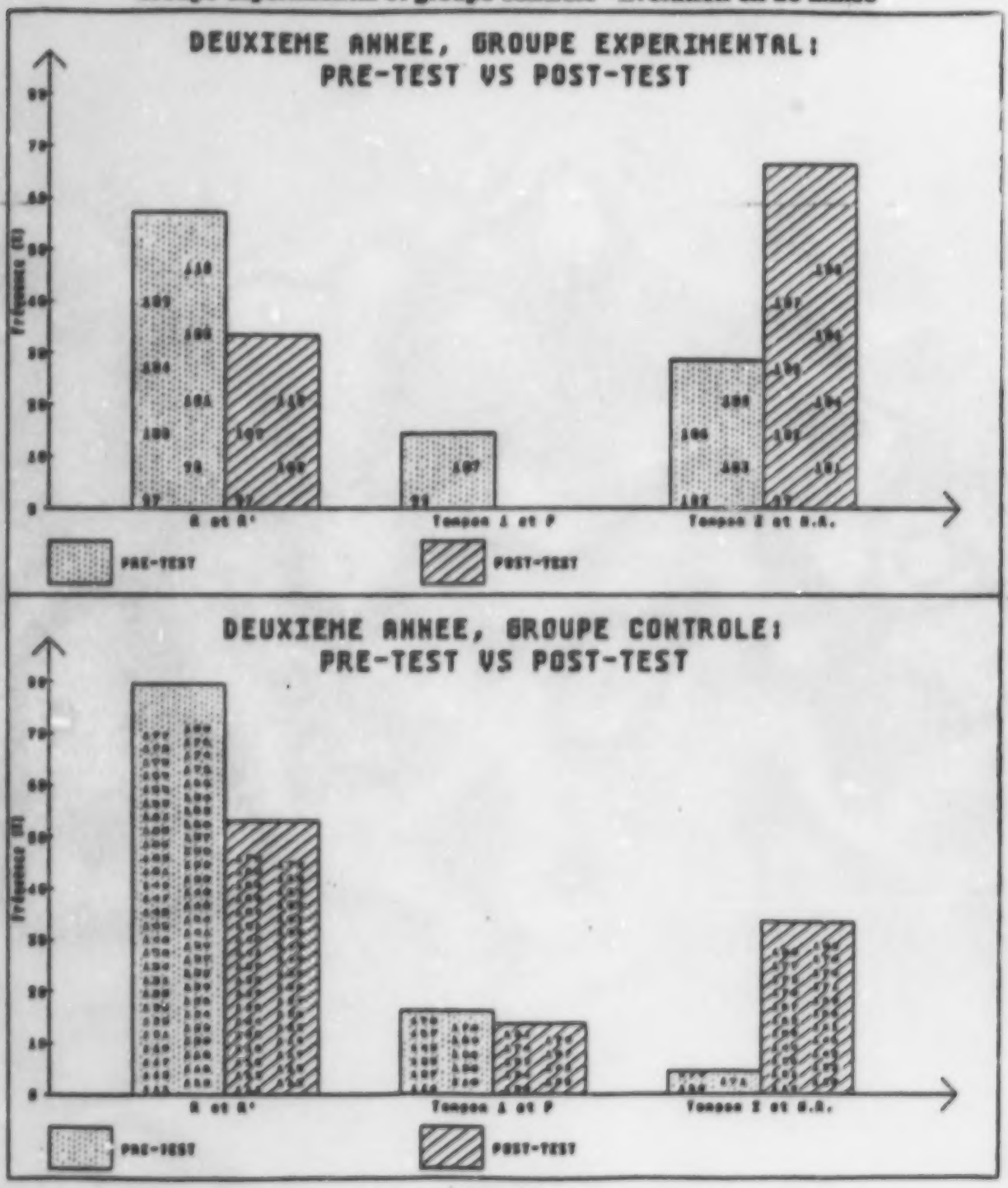


Figure 18

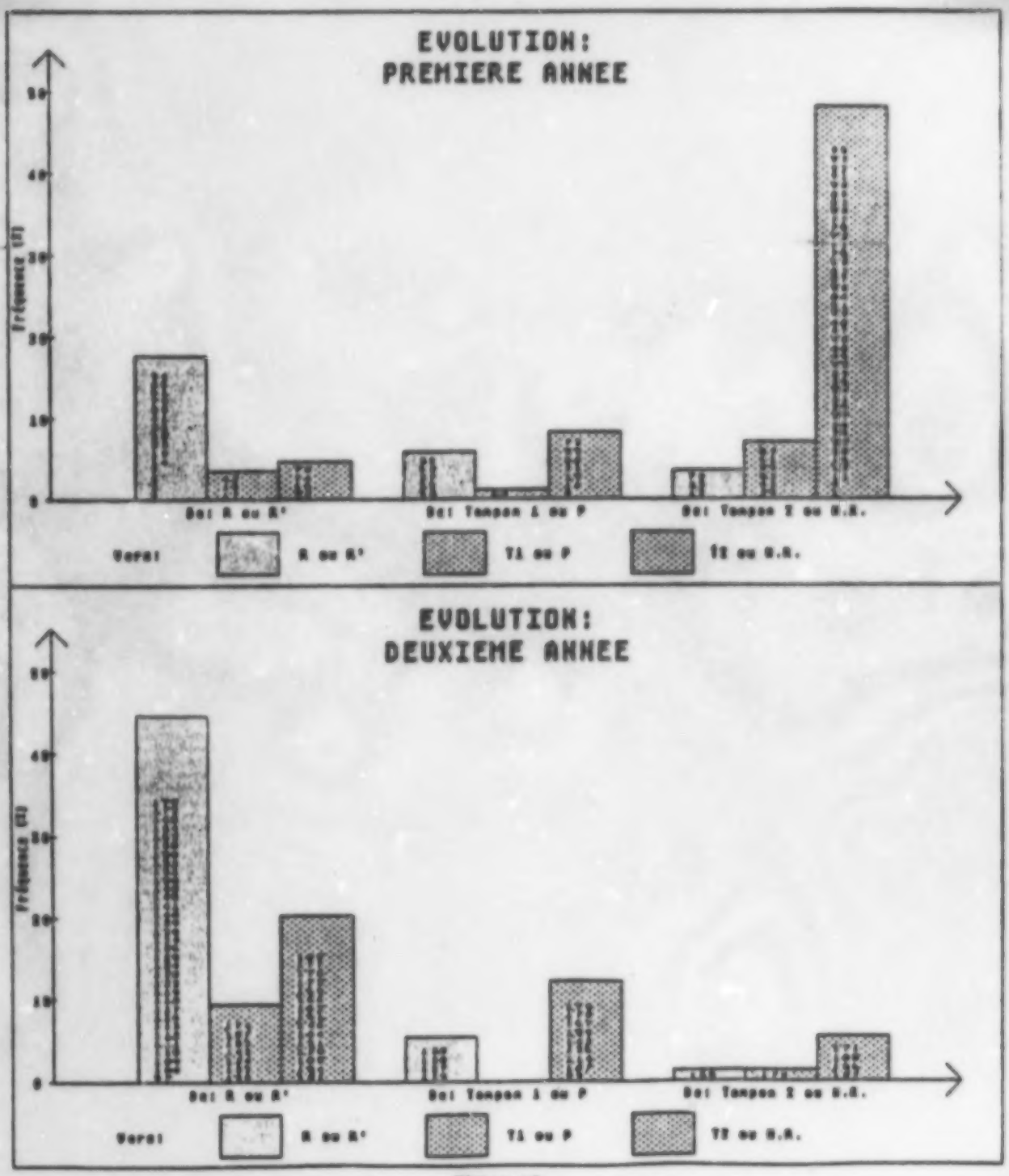


Figure 19
Évolution des individus en 1ère et 2e année.

2. Analyse des résultats du pré-test et du post-test en 1ère et 2e années (groupes expérimental et contrôle) pour la partie représentation externe d'un changement (transformation ou déplacement)

2.1. Situation des groupes d'enfants (groupes expérimental et contrôle) avant l'expérimentation

Illustration d'un changement temporel

	Groupe expérimental	Groupe contrôle
N'illustrent rien	3/58 (5%)	2/33 (6%)
Représentation statique	32/58 (55%)	23/33 (69%)
Illustrent le changement	23/58 (40%)	8/33 (24%)

Tableau 14: Situation des groupes expérimental et contrôle en 1ère année avant expérimentation

Avant expérimentation, les deux groupes en 1ère année étaient à peu près équivalents en termes de performance en résolution de problèmes. Toutefois, relativement à l'aspect représentation externe d'un changement de type temporel, le groupe contrôle apparaît avoir davantage une conception statique.

	Groupe expérimental	Groupe contrôle
N'illustrent rien	1/14 (7%)	0/68
Représentation statique	3/14 (22%)	36/68 (53%)
Illustrent le changement	10/14 (71%)	32/68 (47%)

Tableau 15: Situation des groupes expérimental et contrôle en 2e année avant expérimentation

Là encore, les deux groupes en 2e année, tout comme pour l'aspect résolution de problèmes, ne sont pas équivalents. Le groupe contrôle (même si plus fort en résolution de problèmes) a une conception davantage statique.

Illustration d'un changement procédural

	G. E.	G. C.	G. E.	G. C.
Rien	13/58 (23%)	8/33 (24%)	1/14 (7%)	5/68 (7%)
Statique	39/58 (67%)	21/33 (64%)	6/14 (43%)	40/68 (59%)
Illustrent le changement	6/58 (10%)	4/33 (12%)	7/14 (50%)	23/68 (34%)

Tableau 16: Situation des deux groupes en 1ère année — Situation des deux groupes en 2e année

Les deux groupes en 1ère année, tout comme pour l'aspect résolution de problèmes, sont à peu près équivalents au pré-test en termes de représentation d'un changement procédural. Par contre, en 2e année, le groupe contrôle apparaît là encore avoir une conception davantage statique.

2.2. Évolution des groupes (expérimental et contrôle) par rapport à la représentation externe d'un changement

a) En 1ère année: Évolution par rapport à la représentation d'un changement de type temporel

	Pré-test	Post-test	Pré-test	Post-test
Rien	3/58	1/55	2/33	0/33
Représentation statique	32/58	15/55	23/33	20/33
Illustrent le changement	23/58	39/55	8/33	13/33

Tableau 17: Évolution du G. E. — Évolution du G. C.
en 1ère année par rapport à la représentation d'un changement temporel

On s'aperçoit globalement que le groupe contrôle est resté relativement stable, alors qu'il y a eu évolution marquée dans le cas du groupe expérimental. Regardons plus précisément chez quels enfants il y a eu évolution: d'une représentation statique de la transformation à une représentation dynamique de celle-ci.

- Où y a-t-il eu évolution? Chez quels enfants (en fonction de la performance en résolution de problèmes)?

	N.R. - T_2 (échec)	P - T_1 (partiel)	R' - R (réussite)
N'illustrent rien ou statique	24/58 → 9/55	6/58 → 1/55	5/58 → 6/55
Illustrent le changement	9/58 → 24/55	4/58 → 5/55	10/58 → 10/55

Tableau 18: **Évolution de la représentation d'un changement temporel en 1ère année dans le groupe expérimental**

	N.R. - T_2 (échec)	P - T_1 (partiel)	R' - R (réussite)
N'illustrent rien ou statique	18/33 → 16/33	3/33 → 2/33	4/33 → 2/33
Illustrent le changement	3/33 → 5/33	2/33 → 3/33	3/33 → 5/33

Tableau 19: **Évolution dans le groupe contrôle**

On constate donc qu'il y a évolution marquée à l'intérieur du groupe expérimental, particulièrement parmi les enfants qui étaient non-reconstructeurs au départ, à l'épreuve préliminaire (i.e. qui échouaient aux problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation).

Évolution en 1ère année par rapport à la représentation d'un changement procédural

Nous ne disposons malheureusement au post-test que de peu de données sur l'illustration d'une situation faisant appel à un changement procédural, peu d'enfants ayant représenté la situation dans ce cas. La plupart des enfants ont en effet eu l'attitude de calculer à partir des nombres donnés dans ce cas (illustration de type opératoire). Il est par conséquent difficile de tirer des conclusions relatives à l'évolution des enfants dans le cas de l'illustration d'une transformation procédurale.

	Pré-test	Post-test	Pré-test	Post-test
Rien	13/58	3/21*	8/33	1/17*
Représentation statique	39/58	16/21	21/33	14/17
Illustrent le changement	6/58	20/21	4/33	2/17

Tableau 20: Évolution du G. E. / Évolution du G. C.
en 1ère année par rapport à la représentation d'un changement procédural

* Nombre d'enfants qui ont produit une illustration

b) Évolution en 2e année par rapport à la représentation d'une transformation temporelle

	Pré-test	Post-test	Pré-test	Post-test
Rien	1/14	0/12	0/66	0/66
Représentation statique	3/14	2/12	36/66	18/66
Illustrent le changement	10/14	10/12	32/66	48/66

Tableau 21: Évolution du G. E. / Évolution du G. C.
en 2e année par rapport à la représentation d'un changement temporel

Ici on observe globalement une évolution dans le groupe contrôle, pas dans le groupe expérimental. Regardons plus en détails où se produit l'évolution ou la régression.

- Où y a-t-il évolution ou régression dans le cas de la représentation d'une transformation temporelle? Chez quels enfants ?

	N.R. - T_2 (échec)	P - T_1 (partiel)	R' - R (réussite)
N'illustrent rien ou statique	3/14 → 2/12		1/14
Illustrent le changement	1/14 → 6/12	2/14	7/14 → 4/12

Tableau 22: Évolution en 2e année dans le groupe expérimental par rapport à la représentation d'un changement temporel

	N.R. - T_2 (échec)	P - T_1 (partiel)	R' - R (réussite)
N'illustrent rien ou statique	3/66 → 9/66	6/66	27/66 → 9/66
Illustrent le changement	0/66 → 13/66	5/66 → 9/66	27/66 → 26/66

Tableau 23: Évolution en 2e année dans le groupe contrôle

Cette analyse montre qu'il y a également eu évolution à l'intérieur du groupe expérimental chez les enfants non-reconstructeurs au départ.

Note: Le trop petit nombre de dessins produits au post-test en 2e année dans ce cas ne nous permet pas d'analyser l'évolution des deux groupes par rapport à la représentation d'un changement procédural.

3. Synthèse de l'évolution du groupe expérimental (par rapport au groupe contrôle) face à la reconstruction d'une transformation, à sa représentation externe et aux discours produits sur une transformation.

En 1ère année

- Résolution de problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique

	Pré-test (/33)	Post-test (/33)	Pré-test (/33)	Post-test (/33)
N.R. - T_2 (échec)	57% →	60%	64% →	64%
P - T_1 (partiel)	17% →	11%	15% →	15%
R' - R (réussite)	26% →	29%	21% →	21%

Tableau 24 Groupe expérimental Groupe contrôle

- Représentation d'un changement temporel

Rien ou statique	60% → 29%	79% → 61%
Illustre le changement	40% → 71%	24% → 39%

Tableau 25

En 2e année

- Résolution de problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique

	Pré-test (/14)	Post-test (/12)	Pré-test (/06)	Post-test (/06)
N.R. - T_2 (échec)	29% → 67%		5% → 33%	
P - T_1 (partiel)	14% →		17% →	14%
R' - R (réussite)	57% →	33%	79% →	53%
Tableau 26	**Groupe expérimental**		**Groupe contrôle**	

- Représentation d'un changement temporel

Rien ou statique	29% → 17%	53% → 27%
Illustre le changement	71% → 83%	47% → 73%

Tableau 27

En 1ère année, les enfants du groupe expérimental ont légèrement progressé dans leur performance en résolution de problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique, et ont nettement progressé dans leur représentation externe d'un changement (transformation ou déplacement).

En 2e année, on constate dans les deux groupes une régression dans la résolution de problèmes, plus marquée dans le groupe contrôle que dans le groupe expérimental. Là encore, il y a cependant une légère progression dans la représentation externe d'un changement.

Les analyses de correspondances réalisées en 1ère année (groupe important de sujets permettant de réaliser de telles analyses) sur les variables aux pré et post-tests: performance aux différents problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation, représentation externe produite pour illustrer un changement et discours produit par l'enfant sur une représentation externe illustrant une certaine transformation nous permettent d'aller plus loin dans notre étude de l'évolution des enfants. Les situations auxquelles nous référons (problèmes à résoudre, situations à illustrer, histoires sans parole à interpréter) apparaissent à l'annexe 2. Les résultats des analyses de correspondances réalisées apparaissent à l'annexe 8. Nous les commenterons maintenant successivement.

Analyse de l'évolution pré et post-tests en 1ère année sur les variables performance aux problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation arithmétique, représentation externe d'un changement temporel, et discours sur la représentation externe d'une transformation.

• **Le graphe 1** synthétise les résultats de l'analyse des correspondances réalisée sur les variables au prétest performance aux problèmes 1 à 5, représentation d'un changement temporel ("balloune") et discours sur une représentation externe d'une transformation ("les amis"). Les variables: groupe et résultats au post-test (performance aux problèmes de même type que ceux du prétest, illustration d'un changement temporel ("ballon"), discours produit sur les représentations externes de transformations ("les canards" et "je pige") ont été traitées en variables supplémentaires.

Le graphe dépeint donc la situation au prétest, et permet de voir comment chacun des groupes (contrôle et expérimental) **se situait** alors par rapport aux axes qui se dégagent. **Par ailleurs, il permet de voir comment les variables au post-test se situent** par rapport à ce portrait des groupes au prétest, et donc de voir l'évolution des deux groupes.

Le **graphe 1.a** dépeint la situation au prétest (axes qui se dégagent du traitement des variables actives), et le **graphe 1.b** montre comment les variables supplémentaires se situent par rapport à ces axes (groupe et variables au post-test).

Nous commentons maintenant les résultats qui s'en dégagent.

L'axe 1 (graphe 1.a) met en opposition au pré-test l'échec aux problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation (non-reconstruction aux problèmes 1 à 5) à leur réussite (reconstruction).

À la non-reconstruction est associée une illustration du changement temporel de type statique-objet (très primitive) et un discours descriptif. À la reconstruction est associée une illustration plus évoluée du changement de type dynamique, représentant plus spécifiquement une répétition de l'objet ou un déroulement temporel (par une succession d'états), et un discours produit sur la représentation externe fournie a priori ("les amis") décrivant un changement.

Ces variables (représentation dynamique, discours référant à un changement) sont en effet bien représentées sur l'axe 1, et contribuent à cet axe.

L'axe 2 précise, dans le cas des enfants qui ne réussissent pas aux problèmes au prétest, une gradation dans la performance, l'illustration d'un changement temporel et le discours produit sur la représentation d'une transformation. Ainsi, il gradue la performance aux problèmes d'une non-reconstruction aux problèmes 1 et 5 (les problèmes de type équations, 2 et 3, se retrouvent davantage associés ici à une quasi reconstruction) à une performance partielle aux problèmes 1, 2, 3 et 5.

À une non-reconstruction est par ailleurs associée une représentation statique primitive (statique-objet) ou une non-illustration du changement, et un discours descriptif primitif (descriptif-objet, décrivant les objets de chaque image présentée).

À une performance partielle est davantage associée une représentation statique plus évoluée, statique-état (illustration d'un état de la situation), et un discours descriptif un peu plus évolué (descriptif-image, décrivant chacune des images de l'histoire sans parole, sans lien).

Nous nous retrouvons donc en présence en quelque sorte de trois nuages de points correspondant à une non-reconstruction, une performance partielle et une reconstruction aux problèmes. Ces niveaux de performance sont associés à une gradation dans la représentation du changement (statique-objet, statique-état, dynamique de type répétition de l'objet ou succession d'états) et à une gradation dans le discours produit (descriptif-objet, descriptif-état, changement repéré).

Comment les variables supplémentaires viennent-elles se placer par rapport à ces deux axes qui se dégagent de l'analyse de correspondances réalisée sur les variables au prétest? (Graphe 1.b)

- La variable groupe est bien représentée sur l'axe 2. Ainsi, en 1ère année, au prétest, le **groupe contrôle** (groupe 1) se situe davantage du côté d'une non-reconstruction aux problèmes 1 et 5 (et d'une quasi-reconstruction aux équations 2 et 3), d'une représentation externe d'un changement temporel ("balloune") de type statique-objet et d'un discours sur la représentation externe donnée a priori d'une transformation ("les amis") de type descriptif-objet.

Le groupe expérimental, quant à lui (groupe 2), apparaît davantage situé du côté d'une performance partielle aux problèmes 1, 2, 3 et 5, d'une représentation du changement statique-état et d'un discours produit sur la représentation externe d'une transformation descriptif-image. La performance globale du groupe expérimental au prétest apparaît donc tendre vers quelque chose de légèrement supérieur au départ.

Comment les variables au post-test maintenant se situent-elles?

- **Les enfants qui présentent dans le groupe expérimental au prétest** une performance partielle aux problèmes 1, 2, 3 et 5 se retrouvent au post-test avec une performance supérieure au problème 2 (problème des règles/quasi-reconstruction) et au problème 4 (problème de la clôture/reconstruction), ces deux variables apparaissant bien représentées sur l'axe 2. **Ainsi, une évolution est perceptible dans la performance aux problèmes 2 et 4.**

La représentation externe du changement, qui apparaissait au prétest pour ce groupe de type statique-état, apparaît au post-test dynamique, de type plus précisément succession d'états. Il est donc possible là aussi de percevoir une **évolution dans l'illustration d'un changement de type temporel**. Nous ne possédons malheureusement pas de données sur l'illustration d'un changement de type procédural (les enfants n'ayant pas produit dans ce contexte de dessin au post-test).

Quant au discours sur la représentation externe d'une transformation, les enfants qui présentaient dans ce groupe un discours descriptif-image au prétest (dans le cas des amis) produisent ici un **discours référant clairement à une transformation** (dans le cas du "je pige"). *Ces variables représentation dynamique de type succession d'états et discours référant à une transformation dans le cas de l'histoire sans parole "je pige" (discours 2) sont en effet bien représentées sur l'axe 2.*

- **Du côté du groupe contrôle**, pour les enfants qui présentaient au prétest une non-reconstruction aux problèmes 1 et 5, on retrouve davantage une performance partielle au problème 5 (simulation, problème des billes). Donc, là aussi, une évolution apparaît dans le groupe contrôle pour certains problèmes (5), différents de ceux du groupe expérimental (où une évolution apparaît aux problèmes 2 et 4).

Du côté de la représentation externe d'un changement temporel, les enfants qui présentaient pour ce groupe au prétest une représentation statique-objet se retrouvent ici du côté d'une non-illustration au post-test. Quant aux enfants qui présentaient au prétest un discours descriptif-objet, ils se retrouvent du côté d'une absence de discours

au post-test ou d'un discours de nouveau descriptif (cette fois image), dans le cas du " je pige". Il n'y a donc pas d'évolution, pour le groupe contrôle, dans la représentation externe qu'ils produisent du changement et dans le discours produit sur la représentation externe d'une transformation.

• **Le graphe 2 permet de confirmer cette situation des deux groupes au post-test.** L'analyse de correspondances a été réalisée en prenant cette fois comme variables actives les variables au post-test: performance aux problèmes, illustration d'un changement temporel, et discours produits sur les représentations externes d'une transformation (histoires sans parole "les canards" et "je pige"). Le groupe est ici traité, tout comme les variables au prétest, en variables illustratives.

L'axe 1 (graphe 2.a) est clairement un axe qui met en opposition au post-test la non reconstruction aux problèmes 1 à 5, à leur reconstruction. A la non-reconstruction est associée une représentation externe du changement de type statique-objet, et un discours descriptif-image sur l'histoire sans parole "je pige" ou une absence de discours dans le cas "des canards". A la reconstruction est associée une représentation externe du changement dynamique, davantage de type état initial, final, et un discours référant à une transformation (autant dans le cas "des canards" que du "je pige").

L'axe 2 (graphe 2.a) isole la performance partielle aux problèmes 1 (blocs), 4 (clôture) et 5 (simulation billes) et une représentation externe du changement du type statique-état.

L'axe 3 (graphe 2.b) oppose, dans le cas d'une représentation externe du changement temporel, une non-illustration et une représentation statique-objet, à une représentation dynamique de type succession d'états, et une absence de discours (canards) ou un discours descriptif-objet, dans le cas de l'histoire sans parole "je pige", à un discours référant explicitement à une transformation. Une quasi-reconstruction au problème 1, performance partielle au problème 2 et reconstruction aux problèmes 4 et 5 contribuent également à cet axe.

La variable groupe est bien représentée sur ce 3e axe (**voir graphe 2.c:** situation des variables illustratives par rapport aux axes mis en évidence par l'analyse précédente).

Ainsi, le groupe expérimental se situe davantage au post-test du côté d'une performance partielle au problème 2 (règles) et d'une reconstruction au problème 4 (clôture), d'une illustration du changement dynamique de type succession d'états et d'un discours référant à une transformation, dans le cas de l'histoire sans parole "je pige" et "des canards".

Le groupe contrôle, quant à lui, se situe davantage du côté d'une quasi-reconstruction au problème 1 (blocs), d'une reconstruction au problème 5 (simulation/billes), d'une absence de représentation du changement ou d'une représentation statique-objet, d'une absence de discours sur la transformation (dans le cas des canards) et d'un discours descriptif-image (dans le cas du "je pige").

Commentaires

L'évolution du groupe expérimental apparaît donc déterminante dans le cas de la représentation externe d'un changement (ici de type temporel) et dans le cas du discours que les enfants produisent sur la représentation externe d'une transformation (cas de l'histoire sans parole "je pige").

L'évolution par rapport à la résolution de problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation apparaît moins déterminante par rapport au groupe contrôle, même si un progrès peut être observé aux problèmes 2 et 4.

Il serait intéressant de reprendre cette analyse ultérieurement à la lumière de l'intervention didactique, et des éléments qui ont pu susciter une telle évolution. Qu'est-ce qui a provoqué une évolution par rapport à la représentation externe du changement, puisque c'est surtout là que l'impact de l'intervention semble s'être fait sentir? Pourquoi le transfert aux problèmes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation ne s'opère-t-il pas? Quels aspects devraient être pris en considération pour qu'un tel transfert s'opère? Pourquoi l'impact apparaît-il plus frappant sur certains types de problèmes à résoudre (2 et 4), sur l'illustration d'un changement de type temporel, sur l'interprétation associée à certains types de représentations externes données a priori (exemple du "je pige"...)?

CONCLUSION

La première partie de cette recherche a permis de mettre en évidence toute la complexité du problème soulevé par la reconstruction d'une transformation arithmétique, en montrant qu'il n'est pas juste un problème local mais qu'il se retrouve à tous les niveaux du primaire (enfants de 6 à 12 ans). Lorsque les situations se complexifient, les mêmes procédures erronees réapparaissent mettant en lumière d'importants obstacles (centration sur les états) qui interfèrent avec la résolution de ces problèmes par l'enfant.

Par ailleurs les représentations élaborées par les enfants pour illustrer une transformation, la façon dont ils les appréhendent, rendent compte des schèmes qui modulent leurs actions dans la résolution de situations-problèmes mettant en jeu la reconstruction mentale d'un changement. Ainsi, les jeunes enfants qui échouent à de tels problèmes ont une représentation majoritairement statique, alors que les enfants qui réussissent à de tels problèmes semblent majoritairement illustrer le dynamisme du changement. Ces représentations externes témoignent de la façon dont les enfants se représentent les relations entre les données d'une situation mettant en jeu la reconstruction d'une transformation.

Les conceptions mises en évidence dans cette première partie de la recherche à travers le traitement des situations-problèmes par les enfants (procédures erronées stables montrant une centration sur les états) et leur représentation du changement (conception statique) nous ont conduit dans un deuxième temps à penser à l'élaboration d'une intervention didactique qui axe davantage sur le processus de changement et qui fasse en sorte que progressivement les états deviennent moins attractifs pour l'enfant. Cette intervention fut construite à partir d'une dynamisation d'une transformation arithmétique sur micro-ordinateur favorisant une reconstruction, une anticipation en leur absence, de certaines phases de l'animation par l'enfant.

Les résultats de cette intervention menée auprès de jeunes enfants (6-7 ans) nous indiquent une évolution au plan de la représentation du dynamisme et donc de la représentation mentale d'une transformation par l'enfant. Une telle démarche devrait cependant être poursuivie pour permettre la reconstruction par l'enfant de transformations arithmétiques dans le cadre de différentes situations-problèmes.

RÉFÉRENCES

Bednarz, N., Janvier, B. (1985). Les illustrations comme support à l'apprentissage de concepts dynamiques en arithmétique. *Cahiers du CIRADE*, Octobre.

Bednarz, N., Janvier, B. (1987). Reconstruction of a transformation: a problem in mathematics. EDRS Eric, ED 291 569, *Ressources in Education* (RE), 10 pages.

Bednarz, N., Janvier, B., Poirier, L. (1983). Problèmes de représentation d'une transformation arithmétique chez des élèves du primaire, *Bulletin de l'AMQ*.

Carpenter, T.P., Moser, J.M. (1982). The development of addition and subtraction problem-solving skills, *in* T.P. Carpenter, J.M. Moser & T.A. Romberg (Eds): *Addition and Subtraction: a cognitive perspective*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp. 9-24.

Hiebert, J. (1982). The position of the unknown set and children's solutions of verbal arithmetic problems. *Journal of Research in Mathematics Education*, *13*(15), 341-349.

Janvier, C., Morand, C. (1987). Les aspects procéduraux et temporels sous-jacents à la représentation des transformations. *Cahiers du CIRADE*, no 19.

Marthe, P. (1979). Additive problems and directed numbers. *Proceedings of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Warwick, England.

Nesher, P. (1982). Levels of descriptions in the analysis of Addition and Subtraction Word Problems, *in* T.P. Carpenter, J.M. Moser & T.A. Romberg (Eds.): *Addition and Subtraction: a cognitive perspective*. Hilldale, N J: Erlbaum.

Nesher, P., Greeno, J.G., Riley, M.S. (1982). The development of semantic categories for addition and subtraction. *Educational Studies in Mathematics*, *13*(4).

Resnick, L.B. (1982). Syntax and semantics in learning to subtract, *in* T.P. Carpenter, J.M. Moser & T.A. Romberg (Eds.): *Addition and Subtraction: a cognitive perspective*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp. 136-155.

Riley, M.S., Greeno, J.G., Heller, J.I. (1983). Development of children's problem solving ability in arithmetic, *in* H.P. Ginsburg (Ed.): *The development of mathematical thinking*. New York: Academic Press, pp. 153-196.

Vergnaud, G. (1976). Structures additives et complexité psycho-génétique. *Revue française de pédagogie*, no 36.

Vergnaud, G. (1982). *A classification of cognitive tasks and operations of thought involved in addition and subtraction problems. Addition and Subtraction: a cognitive perspective*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp. 39-59.

Des exemplaires du présent document sont en vente à l'adresse suivante:

Centre Interdisciplinaire de Recherches sur
l'Apprentissage et le Développement en Education
Université du Québec à Montréal
C.P. 8888, Succ. A, G-3125
Montréal, Québec
H3C 3P8

Pour commander, remplir le formulaire de réquisition apparaissant à la dernière page du document.

Publié par le Centre Interdisciplinaire de Recherches
sur l'Apprentissage et le Développement en Education
Université du Québec à Montréal
Conception graphique: Pierrette Prévost

Niveau(x) d'enseignement: 3 Numéro EDUQ : 8970413
Centre d'intérêt: 841

Bednarz, Nadine.

Problème de reconstruction d'une transformation arithmétique : rapport de recherche FCAR / par Nadine Bednarz, Sylvine Schmidt, Bernadette Dufour-Janvier. -- Montréal : Université du Québec à Montréal, Centre interdisciplinaire de recherches sur l'apprentissage et le développement en éducation, 1989.
61 f. : ill. ; 28 cm + Annexes (120 f. en foliotation multiple).

"Cette recherche a été subventionnée par le fonds FCAR (1986-1989)".
Bibliogr.: f. 61.

Vedette(s)-secondaire(s): Schmidt, Sylvine • Dufour-Janvier, Bernadette • Université du Québec à Montréal. Centre interdisciplinaire de recherches sur l'apprentissage et le développement en éducation

---

Descripteur(s): Arithmétique • Difficulté d'apprentissage • Résolution de problème • Application pédagogique de l'ordinateur • Expérimentation pédagogique • Primaire (Ordre d'enseignement)

La transformation arithmétique est une situation temporelle où un état initial (nombre, grandeur continue...) et transforme en un autre (nombre plus grand...). L'élève doit recontruire la transformation lorsque celle-ci (un ajout...) n'est pas donné. Cette recherche montre que la transformation arithmétique cause des difficultés ne sont pas specifiques à un niveau donné. De plus, elle identifie les erreurs stables qu'on retrouve d'un niveau à l'autre et les conceptions sous-jacentes que ces erreurs révèlent. Une expérimentation conduite par la suite en 1ère et 1e années à l'aide du micro-ordinateur avait pour objectif d'amener l'élèves à construire une nouvelle conception qui lui permette de mieux se représenter et traiter le problème. On a constaté un effet positif sur la représentation du changement.

Type de document: d

CENTRE INTERDISCIPLINAIRE DE RECHERCHES SUR
L'APPRENTISSAGE ET LE DEVELOPPEMENT EN EDUCATION

Université du Québec à Montréal

EDUQ
8970413-A

Problème de reconstruction d'une transformation arithmétique

N. Bednarz, S. Schmidt, B. Dufour-Janvier

ANNEXES

ANNEXE 1

PROTOCOLE D'EXPÉRIMENTATION
(1ère à 6e année)

Influence du dessin sur la résolution de problèmes
écrits mettant en jeu un certain dynamisme;
étude des codes picturaux développés par les enfants

ANNEXE 1

Groupe de recherche: Nadine Bednarz
Bernadette Janvier
Louise Poirier
Diane Biron

Décembre 1987
École Notre Dame de Grâce (Ile de Montréal)
École des Jeunes Découvreurs (Banlieue de Montréal) à Boucherville

INTRODUCTION

En souhaitant recueillir de l'information sur les codes graphiques utilisés par les enfants pour représenter un concept mettant en jeu un certain dynamisme, et voulant voir si le fait de dessiner facilite la résolution de problèmes complexes, nous amenons les enfants à dessiner ce qu'ils perçoivent. Est-ce que le fait de solliciter l'enfant à illustrer un problème l'aide à résoudre? Est-ce que le dessin joue le même rôle au niveau de la résolution quelque soit l'âge des enfants? Quel type de dessin retrouve-t-on? Est-ce le même selon l'âge des enfants?

OBJECTIFS GLOBAUX:

Cette étude avait essentiellement pour but de répertorier les codes graphiques utilisés par les enfants pour représenter un concept dynamique en mathématiques (transformation dans le temps, déplacement...). Elle voulait également vérifier si, pour des problèmes complexes donnés mettant en jeu ces concepts (reconstruction de la transformation, séquence directe, indirecte, état initial à retrouver...), le fait de dessiner aidait à la résolution des problèmes chez des élèves du cours primaire.

METHODOLOGIE

Dans un premier temps, nous avons vu des enfants de la 2ième à la 6ième année (7-8 à 11-12 ans) d'une école A (N.D.G.), dans le but de vérifier le niveau de difficulté des problèmes choisis, ceci afin de sélectionner les plus adaptés aux buts visés. Ce bassin de population servira, de plus, de groupe témoin dans la comparaison des résultats relatifs à la résolution des problèmes.

Dans un deuxième temps, nous avons rencontré les enfants d'une autre école B (Boucherville) de la 1ère à la 6ième année. Ces enfants avaient pour tâche non seulement de résoudre les problèmes mais d'abord et avant tout d'illustrer les problèmes, comme nous le verrons par la suite.

PROTOCOLE SOUMIS A L'ECOLE NOTRE DAME DE GRACE
(Ecole de l'île de Montréal)

Ecole A
(groupe témoin)

Résolution de problèmes complexes
mettant en jeu une transformation ou un déplacement

RAPPEL DES OBJECTIFS

Le but poursuivi dans cette première phase de l'expérimentation est de tester le niveau de difficulté de problèmes complexes mettant en jeu une séquence transformations dans le temps ou déplacements.

METHODOLOGIE

Plusieurs problèmes ont été construits à partir d'une analyse conceptuelle tenant compte des variables: structure du problème, nature des nombres, agent de transformation (Voir Analyse théorique des problèmes en appendice)

Les problèmes ont ensuite été sélectionnés par niveau et regroupés dans un petit carnet. Sur chaque page du carnet, on retrouve un problème.

. Les enfants de l'école Notre-Dame de Grâce (école de la Commission Scolaire de Montréal) ont été rencontrés, à raison de deux classes de chaque niveau de la deuxième à la sixième année inclusivement. (Pour des raisons de difficultés de lecture, les problèmes n'ont pas été donnés initialement en 1ère année).

Situation de l'expérimentation à l'école A

Niveau	Nombre de problèmes par niveau	Nombre de classes
1ère année	L'entente prise avec la direction de l'école visait d'abord 2 classes de chaque niveau de 2ième à 6ième année.	0
2ième année	6/10 pris au hasard	2
3ième année	6/10 pris au hasard	2
4ième année	6/10 pris au hasard	2
5ième année	6/10 pris au hasard	2
6ième année	6/10 pris au hasard	2

CONSIGNE

Les problèmes ont été présentés aux enfants non pas comme des problèmes familiers mais comme "des problèmes jamais vus" ou "des problèmes peut-être déjà vus ailleurs qu'à l'école". "On a montré ces problèmes à des enfants d'autres écoles et ils les ont trouvés difficiles, alors on vient vous les montrer pour voir comment vous vous débrouillez pour les résoudre. Nous ne voulons pas seulement la réponse, nous voulons voir aussi comment vous vous y prenez pour les résoudre".

Un carnet regroupant les différents problèmes par niveau (un problème par page) était donné à chaque enfant. Au début la consigne était "Vous faites d'abord le premier problème et vous déposez votre crayon et attendez le signal pour tourner la page." Cette consigne a été respectée pour un ou deux problèmes puis la différence de vitesse entre les enfants s'étant fait sentir, ces derniers sont allés à leur rythme jusqu'à la fin.

REMARQUES

. Remarques spécifiques pour une deuxième année:

La deuxième année comptait 10 enfants allophones récemment intégrés à l'école. Le professeur a dû contribuer pour la lecture des problèmes.

. Questions les plus fréquemment posées:

Les enfants nous demandaient "si ça comptait au bulletin" et "pourquoi on faisait ça". Nous disions dans la présentation que nous faisions ça pour nous, pour une recherche, pour voir comment ils se débrouillaient pour résoudre ces problèmes. "Cela n'a rien à voir avec le bulletin, ce n'est pas un test, c'est pour notre information, cela va nous aider."

. Difficultés rencontrées:

En 2ième et 3ième années, il y a eu des questions relatives à la formulation et au vocabulaire employé dans les problèmes.

Mots inconnus: Plate-forme - randonnée - s'élever - immeuble - durer - second - sous zéro - un peu moins que - en travers de.

Graphie: Certains "S" étaient pris pour des "5" ou encore "11" était lu comme le nombre "11".

Symbole: "°C" inconnu.

. **Problèmes causant le plus de difficultés:**
(voir analyse théorique des problèmes)

2ième année:
- Jean et la clôture (problème m)
- La plate-forme (problème j)
- La course à relais (problème n)
- La fusée (problème h)
- Les sauts sur un pied (problème k)

3ième année:
- Course à relais (problème n)
- Le tricot (problème r)
- La plate-forme (problème q)
- Deux problèmes de jetons (problème u,o)

4ième année:
(problème de l'état initial non donné)
- Une équipe de trois coureurs (problème n)
- Les laveurs de vitres (problème v)
- Mme Martin (tricot) (problème r)
- Les jetons (problème γ , problème u)

5ième année:
(problème de l'état initial non donné)
- Les jetons (problème γ)
- Les laveurs de vitres (problème δ)

6ième année:
(problème de l'état initial non donné)
- La bombe (α)
- Billes - jetons - pâtés
  (γ) (ϵ) (ξ)

PROTOCOLE SOUMIS A L'ECOLE

DES JEUNES DECOUVREURS

(Boucherville, banlieue de Montréal)

ECOLE B

Illustration de problèmes complexes

par des élèves de la 1ère à la 6ième année

RAPPEL DES OBJECTIFS

Le but poursuivi dans cette seconde phase de l'expérimentation concerne directement les objectifs exposés précédemment. Nous cherchons à mieux connaître les codes graphiques utilisés par les enfants du primaire (1ère à 6ième année) pour représenter un concept dynamique en mathématiques (transformation, déplacement). Ces concepts interviennent dans des problèmes complexes, et nous voulons voir si le fait de dessiner facilite la résolution des problèmes.

METHODOLOGIE

Après avoir sélectionné différents problèmes complexes d'après les résultats obtenus à l'école A*, nous les avons présentés à des élèves d'une école primaire en banlieue de Montréal, soit à des enfants entre 6 et 12 ans (1ère à la 6ième année) à raison de 2 classes par niveau.

Les problèmes ont été présentés par écrit sous forme de carnet individuel à raison d'un problème par page.

Après avoir identifié chacun des problèmes complexes et les avoir classés selon le niveau, nous avons dû retenir trois modalités de répartition des problèmes en raison de certaines particularités des niveaux concernés. (1)Ainsi, en première année, nous avons dû prévoir une présentation uniforme des problèmes pour chacun des enfants d'une même classe afin de pouvoir faire la lecture de ces problèmes, dans le but de ne pas pénaliser les enfants qui ne peuvent lire certains mots. (2)En troisième année, compte tenu du peu de problèmes complexes sélectionnés pour ce niveau, les élèves des deux classes ont eu les mêmes problèmes mais l'ordre de présentation de ces problèmes variait d'un carnet à un autre. (3)Les carnets destinés aux élèves de 2e, 4e, 5e et 6e ont, pour leur part, été préparé de la façon suivante: nous avons d'abord sélectionné un certain nombre de problèmes communs (de 2 à 5) pour les élèves d'un même niveau afin de constituer une base de comparaison, puis nous avons choisi au hasard un certain nombre de problèmes (4 ou 5) supplémentaires parmi ceux destinés à un niveau donné, et enfin nous avons assemblé au hasard les problèmes ainsi retenus.

De plus, les carnets ainsi constitués comportent un même nombre de problèmes pour chacune des deux classes d'un même niveau, et l'ordre de présentation des problèmes varie d'un carnet à un autre pour les élèves d'une même classe.

CONSIGNES DONNEES

En 1ère année: "Savez-vous ce que c'est un problème?
Et bien c'est une petite histoire avec une question pour

---

*Voir tableau de classification des problèmes.

faire calculer. N'ouvres pas ton cahier. Ecris ton nom dessus. Dans le petit cahier que tu as devant toi, il y a des problèmes. Je vais les lire un à la fois lentement. Tu vas essayer de bien comprendre ce que je lis. Ecoute bien.
Maintenant tu vas faire un dessin qui peut servir à répondre à la question.
Vas-y

(On reprend la même démarche pour les autres problèmes)

2e, 3e, 4e, 5e, 6e: Savez-vous ce que l'on vient faire ici?
On vient vous voir parce qu'on travaille avec des enfants qui ont de la difficulté. On leur a montré des problèmes et ils n'arrivaient pas à les faire. Ils nous ont dit que peut-être que si on faisait quelque chose... enfin on cherche des moyens qui les aideraient à comprendre ce qui se passe dans les problèmes. On a besoin de votre aide pour trouver des idées qui pourraient aider les autres.

D'après vous autres qu'est-ce qui peut aider quelqu'un à comprendre un problème?
Temps d'attente: les enfants suggèrent différentes choses (réécrire le problème, faire un dessin...)
Pensez-vous qu'un dessin, une illustration, un schéma, pourrait aider?

On va vous distribuer des carnets qui sont tous différents; vous inscrivez votre nom dessus et vous faites un dessin,... qui pourrait aider un ami à comprendre le problème.
Ca ne sert à rien de regarder sur la copie du voisin parce qu'il n'a pas la même chose et aussi parce qu'on a besoin de plus d'idées possibles. C'est pourquoi on vous demande de travailler tout seul.

Comment on vient vous demander votre aide, vos idées pour nous aider dans notre travail, ça ne compte pas au bulletin, il n'y a pas de note, c'est vos suggestions que l'on cherche, on veut savoir comment ça se passe dans votre tête.

- Une fois la tâche terminée: Pourriez-vous maintenant résoudre le problème, inscrivez avec votre crayon rouge le calcul qui va avec votre suggestion.

REMARQUES

Suggestions concernant les moyens pour aider à comprendre les problèmes

En 2ième année:
- Faire des petits points, barres pour calculer
- Séparer les dizaines et les unités
- Relire le problème
- Faire le calcul
- Dire quoi faire

En 3ième année:
- Relire le problème
- Souligner les mots-clefs
- Faire un dessin
- Expliquer au tableau
- Réécrire le problème
- Faire un problème semblable
- Vérifier si ça marche

En 4ième année:
- Faire des dessins
- Dire la réponse

En 5ième année:
- Faire un exemple au tableau
- Expliquer en prenant des mots plus simples
- Faire un problème semblable avec des nombres plus petits
- Faire un dessin

En 6ième année:
- Montrer les calculs
- Expliquer
- Faire une dessin
- Donner la réponse

Difficultés rencontrées

En 2ième année, nous avons dû répondre à certaines questions relatives au vocabulaire:

- Promenade
- Mètre, centimètre
- S'élever
- Parcourir
- Plate-forme

Certains enfants de 3ième année ont été eux aussi embêtés par certains mots ou éléments des problèmes.

- Un peu moins de
- Equipe de 3 coureurs
- Plate-forme

En 4ième année deux problèmes semblent avoir posés des difficultés, il s'agit de:

- Mme Martin (r)
- Billes par équipe (s)

APPENDICE

Classification des problèmes présentés à l'école A et à l'école B

ANALYSE THEORIQUE DES PROBLEMES SELON LEUR STRUCTURE ET LES AUTRES VARIABLES SUSCEPTIBLES D'INFLUENCER LEUR COMPLEXITE ET LES REPRESENTATIONS DEVELOPPEES

?

TYPE 1: ETAT INITIAL SEQUENCE INDIRECTE ETAT FINAL

◌ problèmes présentés à une seule école.

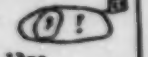
○ problèmes représentés à l'école JB mais légèrement modifiés

● problèmes représentés à l'école J. B. mais considérablement modifiés.

	Nature des données				Nature des changements		Changement opéré par:			
	Etats		Positions							
	Discret	Continu	Discret	Continu	Déplacement	Transformation	Eléments eux-mêmes	Personne extérieure	Système repère extérieur au problème	Nombres mis en jeu
◌ Pierre joue aux billes. Il a 47 billes au début du jeu. Au premier coup, il en perd 5. Au deuxième coup, il en perd 7. Au troisième coup, il en gagne 12. A la fin du jeu, combien a-t-il de billes? (3ième année, R.D.G. seulement)	X					X		X		petits 14
◌ Des laveurs de vitres sont installés sur une plate-forme à 600 mètres de hauteur. La plate-forme descend de 450 mètres, puis elle monte de 200 mètres. A quelle hauteur sont-ils maintenant? (R.D.C.: 3ième année & J.D.: 3ième année)				X intervalle	X		X		plate-forme grosses	

?

TYPE 2: ETAT INITIAL. CHANGEMENT UNIQUE. ETAT FINAL

	Nature des données: Etats: Discret	Nature des données: Etats: Continu	Nature des données: Positions: Discret	Nature des données: Positions: Continu	Nature des changements: Déplacement	Nature des changements: Transformation	Changement opéré par: Eléments eux-mêmes	Changement opéré par: Personne extérieure	Système repère extérieur au problème	Nombres mis en jeu
(4) Avant, j'avais 17 blocs sur ma table. J'ai pigé des blocs dans le sac et je les ai mis sur la table. Maintenant, j'ai 38 blocs sur ma table. Combien de blocs ai-je pigé dans le sac?(J.D. seulement: 1ère, 2ième, 3ième & 4ième année)	X					X		X		petits 17
(a) Il y a 24 lapins dans une cabane. On voit 8 lapins à la porte. Combien y en a-t-il de cachés?(J.D. seulement: 1ère, 2ième, 4ième année) 	X					X	X			24,8 petits
(1) 17 enfants sont à l'arrêt d'autobus. Il est 4 heures, l'école est finie, des enfants arrivent. Maintenant il y a 44 enfants à l'arrêt. Combien d'enfants sont arrivés?(M.D.G.: 2ième année)	X					X	X			17,44 petits

?

Type 2: État initial — Changement unique — État final

	Nature des données: États: Discret	États: Continu	Positions: Discret	Positions: Continu	Nature des changements: Déplacement	Nature des changements: Transformation	Changement opéré par: Eléments eux-mêmes	Changement opéré par: Personne extérieure	Système repère extérieur au problème	Nombres mis en jeu
a) 17 enfants attendent en rang pour entrer dans l'école. D'autres enfants qui jouaient au ballon viennent se mettre dans le rang. Il y a maintenant 48 enfants dans le rang. Combien d'enfants jouaient au ballon? (J.D.: 2ième, 4ième année)	X					X	X			17, 48 petits
c) J'avais 8 billes dans ma poche. Un ami m'en a apporté. Maintenant j'ai 17 billes dans ma poche. Combien de billes m'a-t-il apporté? (M.D.G.: 2ième année) (J.D.: 1ère, 2ième année)	X					X		X		8, 17 petits
b) Une fusée est installée sur le sommet d'une montagne à 250 mètres. La fusée s'élève jusqu'à un ballon qui est juste au dessus d'elle à 400 mètres. De combien la fusée s'est-elle élevée? (M.D.G.: 2ième année)				X intervalle	X		X			250, 400 gros

?

Type 2: Etat initial Changement unique Etat final

	Nature des données: États: Discret	États: Continu	Positions: Discret	Positions: Continu	Nature des changements: Déplacement	Nature des changements: Transformation	Changement opéré par: Eléments sous-ensembles	Changement opéré par: Facteurs extérieurs	Système rendre extérieur ou problème	Nombres mis en jeu
(b) Une petite fusée est installée sur le toit d'une usine de 60 mètres de hauteur. La fusée s'élève jusqu'à un ballon qui est à 150 mètres de hauteur du sol. De combien la fusée s'est-elle élevée? (J.D.: 2ième année)				X	X		X			60,150 grou
(a) Quand Benoît était jeune son pied mesurait un peu moins que 18 centimètres. Maintenant, son pied mesure 26 centimètres. De combien son pied a-t-il allongé? (M.D.C.: 2ième année)		X				X	X			≥18,26 petite
(a) Quand Benoît était jeune, son pied mesurait UN PEU MOINS que 18 centimètres. Maintenant, son pied mesure 26 centimètres. De combien son pied a-t-il grandi? (J.D.: 2ième, 3ième année)		X				X	X			≥18,26 petite

?

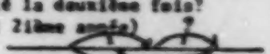
Type 2: État initial Changement unique État final

	Nature des données: États: Discret	États: Continu	Positions: Discret	Positions: Continu	Nature des changements: Déplacement	Nature des changements: Transformation	Changement opéré par: Éléments eux-mêmes	Changement opéré par: Personne extérieure	Système repère extérieur au problème	Nombres mis en jeu
(A) Hier le thermomètre indiquait 4°C sous zéro. Maintenant, il indique 12°C. De combien la température s'est-elle élevée? (N.D.G.: 3ième, 4ième, 5ième, 6ième année)			X			X	X			4° sous zéro
(A) Hier, le thermomètre indiquait 4°C SOUS ZERO. Maintenant, il indique 12°C AU-DESSUS DE ZERO. De combien la température s'est-elle élevée? (J.D.: 3ième, 4ième, 5ième, 6ième année)			X			X	X			12°
										4° sous zéro, 12°
(O) Ce matin le soleil s'est levé à 5 hrs 39 min. Ce soir le soleil se couchera à 6 hrs 19 min. Le soleil sera là pendant combien de temps? (N.D.G.: 3ième, 4ième, 5ième, 6ième année)			X			X		X	ce matin ce soir	5 h 39 6 h 19

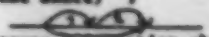
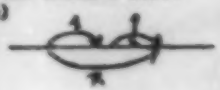
Type 2: État initial ? Changement unique État final

	Nature des données				Nature des changements		Changement opéré par:		Système repère extérieur ou problème	Nombres mis en jeu
	États		Positions							
	Discret	Continu	Discret	Continu	Déplacement	Transformation	Eléments eux-mêmes	Personne extérieure		
Le soleil s'est levé à 4 heures 34 minutes ce matin. Le soleil se couchera à 6 heures 27 minutes ce soir. Le soleil sera là pendant combien de temps aujourd'hui? (J.D.: 3ième, 4ième, 5ième, 6ième année)			x			x		x	ce matin ce soir	4 h 34 6 h 27
Ce matin Luc est parti à 10 heures 15 minutes faire une randonnée. Il est revenu à 4 heures 27 minutes l'après-midi. Combien de temps a duré sa randonnée? (M.D.G.: 2ième année)			x			x		x	ce matin après-midi	10 h 15 4 h 27
Luc est parti à 10 heures 15 minutes ce matin faire une promenade. Il est revenu à 2 heures 27 minutes l'après-midi. Combien de temps a duré sa promenade? (J.D.: 2ième année)			x			x		x	ce matin après-midi	10 h 15 2 h 27

TYPE 3: SEQUENCE DIRECTE 1^e CHANG. ? , 2IEME CHANG. , RESULTANTE

	Nature des données: États: Discret	Nature des données: États: Continu	Nature des données: Positions: Discret	Nature des données: Positions: Continu	Nature des changements: Déplacement	Nature des changements: Transformation	Changement opéré par: Elements eux-mêmes	Changement opéré par: Personne extérieure	Système repère extérieur au problème	Nombres mis en jeu
Michel veut traverser la rivière sans se mouiller les pieds. Il y a des roches en travers de la rivière. Michel saute, il a avancé de 7 roches. Michel saute encore une fois. Il a réussi à traverser la rivière en avançant de 13 roches. De combien de roches a-t-il avancé la deuxième fois? (N.D.G.: 2ième année) 			X		X			X	rivière roches	7,13 petits
Michel veut traverser la rivière sans se mouiller les pieds en sautant sur des roches. Il est sur le bord et saute par-dessus 7 roches. Il saute encore une fois et arrive de l'autre côté. Il a réussi à traverser la rivière en sautant par-dessus 13 roches. Il a sauté par-dessus combien de roches la deuxième fois? (J.D.: 1ère, 2ième, 4ième, 6ième année)			X		X			X	bord roches autre côté	7,13 petits

Type 3: Séquence directe 1er changement, 2ième changement, Résultante

	Nature des données: Etats: Discret	Etats: Continu	Positions: Discret	Positions: Continu	Nature des changements: Déplacement	Transformation	Changement opéré par: Eléments eux-mêmes	Personne extérieure	Système repère extérieur au problème	Nombres mis en jeu
① Pendant le cours d'éducation physique les enfants doivent faire des sauts sur un seul pied. Jean fait un saut de 30 centimètres. Il saute encore. Après ces 2 sauts, il a avancé de 62 centimètres. Quelle longueur a-t-il sauté la seconde fois? (N.D.C.: 2ième année) ? 				X	X			X	seconde fois	30,61 petits
② Pendant le cours d'éducation physique, les enfants doivent faire des sauts sur un seul pied. Jean fait un saut de 30 centimètres. Il saute encore une fois. Après ces 2 sauts, il a avancé de 64 centimètres. Quelle longueur a-t-il sauté la seconde fois? (J.D.: 2ième année)				X	X			X	seconde fois	30,9 petits
j) On place tout ce qu'il faut sur une plate-forme pour refaire le toit d'un immeuble. La plate-forme monte doucement de 75 mètres vers le toit qui est à 200 mètres de hauteur. De combien doit-elle encore monter pour arriver au toit? (N.D.C.: 2ième année à J.D.: 2ième année) 				X	X		X		toit	75,200 gros

Type 3: Séquence directe 1er changement, 2ième changement, Résultante ?

	Nature des données: Etats: Discret	Nature des données: Etats: Continu	Nature des données: Positions: Discret	Nature des données: Positions: Continu	Nature des changements: Déplacement	Nature des changements: Transformation	Changement opéré par: Elément sous-ensemble	Changement opéré par: Personne extérieure	Système repère extérieur au problème	Nombres mis en jeu
Une équipe de 3 coureurs participe à une course. Un équipier court 150 mètres, un autre court 200 mètres, l'autre termine la course. Si l'épreuve de course était de 500 m, quelle longueur doit courir celui qui termine? (N.D.G.: 3ième, 4ième année)				X	X			X	termine	150,200,500 gros
Une équipe de 3 coureurs participe à une course à relais. Un équipier court 150 mètres, un autre court 200 mètres, l'autre termine la course. Si la longueur de la course à relais est de 500 mètres, quelle longueur doit courir celui qui termine la course? (J.D.: 3ième, 4ième année)				X	X			X	termine la course	150,200,500 gros
Alain joue aux billes. Il gagne 12 billes. Il joue une autre fois. Dans les deux parties, il a gagné 31 billes. Que s'est-il passé la seconde fois? (N.D.G.: 3ième année)	X					X		X	seconde fois	12,31 petits

Type 3: Séquence directe 1er changement, 2e changement, Résultante

	Nature des données				Nature des changements		Changement opéré par:			
	Discret	Etats Continu	Positions Discret	Positions Continu	Déplacement	Transformation	Elements eux-mêmes	Personne extérieure	Système repère extérieur au problème	Nombres mis en jeu
a) Alain joue aux billes. Il gagne 12 billes. Il joue une autre fois. Après les deux parties, il a gagné 31 billes. Que s'est-il passé la seconde fois? (J.D.: 3ième année)	X					X		X	seconde fois	12,31 petits
b) Monsieur Leblanc part pour Toronto. Il parcourt 350 kilomètres et il s'arrête pour faire le plein d'essence. Si la distance à parcourir de son point de départ à Toronto est 925 kilomètres, de combien doit-il encore se déplacer? (P.D.C.: 4ième, 5ième année & J.D.: 3ième, 5ième année)				X	X		X	X	Point de départ Plein d'essence Toronto	350,925 gros
c) Jean fait une clôture le long de son chemin. Il en fait un peu moins que 17 mètres et s'arrête car il n'a plus de bois pour finir le 17 mètres qu'il voulait faire. Il revient du magasin avec du bois et continue sa clôture. Quand la clôture est finie elle mesure 28 mètres. Quelle longueur a-t-il fait en revenant du magasin? (P.D.C.: 2ième année)				X		X		X	Retour du magasin	17,28 petits

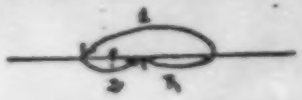
Type 3: Séquence directe 1er changement, 2e changement, résultante

	Nature des données: Grata: Discret	Grata: Continu	Positions: Discret	Positions: Continu	Nature des changements: Déplacement	Transformation	Changement opéré par: Eléments eux-mêmes	Personne extérieure	Système repère extérieur ou problème	Nombres mis en jeu
Jean fait une clôture le long de son chemin. A la fin de l'avant-midi, il a fabriqué 17 mètres et un peu moins qu'un mètre. Le soir, la clôture est terminée. Elle mesure 28 mètres. Quelle longueur de clôture a-t-il fabriqué dans l'après-midi? (J.B.: 2ième à 5ième année)				X		X		X	la fin de l'avant-midi Le soir après-midi	17,28 petits
L'autobus scolaire attend la sortie des enfants à l'école St-Claire. L'école se termine, 17 enfants du premier cycle montent dans l'autobus. Les enfants du second cycle arrivent. Quand les 44 enfants de l'école St-Claire sont montés, l'autobus ferme ses portes. Combien d'enfants du second cycle de l'école St-Claire sont montés? (B.D.G.: 3ième année seulement)	X					X	X		1er cycle 2e cycle	17,44 petits

TYPE 4: SÉQUENCE TYPIQUE: 1ER CHANG., 2IÈME CHANG., RÉSULTANTE (dans le sens du 1er chang.)

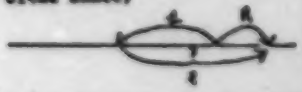
	Nature des données: Etats: Discret	Etats: Continu	Positions: Discret	Positions: Continu	Nature des changements: Déplacement	Transformation	Changement opéré par: Eléments eux-mêmes	Personne extérieure	Système repère extérieur au problème	Nombres mis en jeu
Alain va jouer à un jeu. Dans le jeu il peut perdre ou gagner des jetons. Il commence une nouvelle partie. Il perd 6 jetons au premier coup. Il joue un autre coup. Sur les deux coups il a perdu 4 jetons. Que s'est il passé au deuxième coup? Explique (M.D.G.: 3ième à 4ième année)	X					X		X	1er coup 2e coup	petits
Alain joue à un jeu. Dans le jeu, il peut gagner ou perdre des jetons. Il a déjà joué avec ses amis plusieurs coups. Il joue un autre coup; il perd 6 jetons. Il joue encore une fois; on ne te dit pas ce qui s'est passé. Si on sait qu'après ces deux coups, il a 4 jetons de moins qu'avant les deux coups, dis-moi s'il a gagné ou perdu au deuxième coup et combien. (J.B.: 4ième à 5ième année)	X					X		X	2e coup	petits
Des laveurs de vitres sont installés sur une plate-forme. On descend la plate-forme de 100 mètres. On la déplace encore une fois. Finalement, elle a descendu de 70 mètres depuis le début. Que s'est-il passé la seconde fois? (M.D.G.: 4ième année)				X	X		X		début plate-forme 2nd fois	100,70 gros

Type 4: Séquence indirecte: 1er changement, 2e changement, Résultante (dans le sens du 1er chang)

	Nature des données: Etats: Discret	Nature des données: Etats: Continu	Nature des données: Positions: Discret	Nature des données: Positions: Continu	Nature des changements: Déplacement	Nature des changements: Transformation	Changement opéré par: Elements eux-mêmes	Changement opéré par: Personne extérieure	Système repère extérieur au problème	Nombres mis en jeu
⑤ Des laveurs de vitres sont installés sur une plate-forme. On descend la plate-forme de 100 mètres. On la déplace une deuxième fois, on ne te dit pas comment. Si on sait qu'à la fin la plate-forme a descendu de 60 mètres depuis le début, dis-moi si elle a monté ou descendu la deuxième fois et de combien. (J.D.: 4ième à 5ième année) 				X	X		X		2nd fois début	100,60 gros

?

TYPE 5: SEQUENCE INDIRECTE, CHANG., 2ième CHANG., RESULTANTE (dans la sens du 2ième chang.)

	Nature des données: Etats: Discret	Nature des données: Etats: Continu	Nature des données: Positions: Discret	Nature des données: Positions: Continu	Nature des changements: Déplacement	Nature des changements: Transformation	Changement opéré par: Eléments sur-classe	Changement opéré par: Personne extérieure	Système repère extérieur au problème	Nombres mis en jeu
(7) Alain va jouer à un jeu. Dans ce jeu il peut gagner ou perdre des jetons. Il commence une nouvelle partie. Il perd 7 jetons au premier coup. Il joue un autre coup. Sur les deux coups il a gagné 3 jetons. Que s'est-il passé au deuxième coup? (M.D.G.: 4ième, 5ième, 6ième année)	X					X		X	1er coup 2e coup	petits
(8) Alain joue à un jeu. Dans le jeu, il peut gagner ou perdre des jetons. Il a déjà joué avec ses amis plusieurs coups. Il joue un autre coup, il perd $\frac{3}{4}$ jetons. Il joue encore une fois, on ne te dit pas ce qui s'est passé. Si on sait qu'après ces deux coups, il a $\frac{3}{4}$ jetons de plus qu'avant les deux coups, dis-moi s'il a gagné ou perdu au deuxième coup et combien? (J.D.: 6ième année) 	X					X		X	2e coup	petits

Type 5: Séquence indirecte, chang., 2ième chang., Résultante (dans le sens du 2ième chang.)

	Nature des données: Etats: Discret	Nature des données: Etats: Continu	Nature des données: Positions: Discret	Nature des données: Positions: Continu	Nature des changements: Déplacement	Nature des changements: Transformation	Changement opéré par: Eléments eux-mêmes	Changement opéré par: Personne extérieure	Système repère extérieur au problème	Nombres mis en jeu
(51) Des laveurs de vitres sont installés sur une plate-forme. On descend la plate-forme de 100 mètres. On la déplace une seconde fois. Finalement elle a monté de 30 mètres depuis le début. Que s'est-il passé la seconde fois? (J.B.G.: 5ième à 6ième année)				X	X		X		2nd fois début	100,30
(51) Des laveurs de vitres sont installés sur une plate-forme. On descend la plate-forme de 100 mètres. On la déplace une deuxième fois, on ne te dit pas comment. Si on sait qu'à la fin la plate-forme a monté de 30 mètres depuis le début, dis-moi si elle a monté ou descendu la deuxième fois et de combien? (J.B.: 6ième année)				X	X		X		2ième fois début	100, 30

28

?

TYPE 6: SÉQUENCE INDIRECTE RÉSULTANTE ?
RÉGION DE TRANSFORMATION RÉSULTANTE

	Nature des données: États: Discret	États: Continu	Fonctions: Discret	Fonctions: Continu	Nature des changements: Déplacement	Nature des changements: Transformation	Changement opéré par: Éléments eux-mêmes	Changement opéré par: Personne extérieure	Système tupère extérieur ou problème	Nombres mis en jeu
A Pierre joue aux billes. Dans une partie, il perd 12 billes. A la partie suivante, il perd 7 billes. Il joue encore, il gagne 11 billes. Il joue une dernière partie et perd 4 billes. Est-ce qu'il a bien fait de jouer? Explique. (S.D.G.: 4ième année)	X					X		X		petits
B Pierre joue à un jeu. Dans ce jeu, il peut perdre ou gagner des jetons. Il commence une nouvelle partie. Il perd d'abord 12 jetons, il en gagne ensuite 7, il en gagne 11 et perd ensuite 4 jetons. Est-ce qu'il a plus de jetons ou moins de jetons qu'au début du jeu? Combien de plus ou de moins? (S.D.G.: 5ième à 6ième année)	X					X		X	début du jeu	petits

Type 6: Séquence indirecte, résultante

	Nature des données				Nature des changements		Changements opéré par:		Système repère extérieur ou problème	Nombres mis en jeu
	Discret	Continu	Discret	Continu	Déplacement	Transformation	Eléments eux-mêmes	Personne extérieure		
⑨ Pierre joue aux billes. Dans une partie, il perd 12 billes. A la partie suivante, il perd 7 billes. Il joue encore, il gagne 11 billes. Il joue une dernière partie et gagne 9 billes. Alain obtient le même résultat que Pierre en un seul coup. Qu'a-t-il fait: a-t-il gagné ou perdu? Combien? (J.B.: 4ème, 5ème à 6ème année)	X					X		X		petits
⑩ Des laveurs de vitres se déplacent sur une plate-forme. La première fois, la plate-forme descend de 450 mètres. La deuxième fois, elle descend de 200 mètres. La troisième fois, elle monte de 150 mètres. Etait-il nécessaire de faire tous ces déplacements pour amener la plate-forme où elle est maintenant? Explique. (M.D.G.: 5ème)				X	X		X		1ère fois 2e fois 3e fois	450,200,150 gros

Type 6: Séquence Indirecte, Résultante

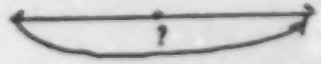
	Nature des données: Etats Discret	Etats Continu	Positions Discret	Positions Continu	Nature des changements: Déplacement	Transformation	Changement opéré par: Eléments eux-mêmes	Personne extérieure	Système repère extérieur au problème	Nombres mis en jeu
Des laveurs de vitres se déplacent sur une plate-forme. La première fois, la plate-forme descend de 450 mètres. La deuxième fois, elle descend de 200 mètres. La troisième fois, elle monte de 150 mètres. Les laveurs de vitres sont-ils plus haut ou plus bas qu'au départ? De combien plus haut ou plus bas? (N.D.G.: 6ième)				X	X		X		1ère fois 2e fois 3e fois départ	450,200,150
Des peintres sont sur une plate-forme. La première fois, la plate-forme descend de 450 mètres. La deuxième fois, elle descend de 200 mètres. La troisième fois, elle monte de 150 mètres. La quatrième fois, elle monte de 250 mètres. Etait-il nécessaire de faire tous ces déplacements pour amener la plate-forme où elle est maintenant? (J.D.: 5ième à 6ième année)				X	X		X		1ère fois 2e fois 3e fois 4e fois	450,200,150 250 ères
Nicolas a fait des pâtés de sable. Son petit frère en brise 7. Nicolas en refait 9 puis le petit frère en brise 4. Y a-t-il plus ou moins de pâtés qu'au début? Combien de plus ou de moins? (N.D.G.: seulement 6ième année)	X					X		X	début	petits

?

Type 6: Séquence Indirecte, Résultante

	Nature des données				Nature des changements		Changement opéré par:			
	Stock		Positions							
	Discret	Continu	Discret	Continu	Déplacement	Transformation	Eléments eux-mêmes	Personne extérieure	Système repère extérieur au problème	Nombres mis en jeu
On joue aux billes par équipes de 4. Dans une équipe voici ce qui s'est passé pendant un tour: Alain a perdu 12 billes, Michel a gagné 8 billes, Jean a gagné 13 billes, Daniel a perdu 7 billes. L'équipe a-t-elle gagné ou perdu des billes à la fin de ce tour? Combien de billes a-t-elle gagnées ou perdues? (B.P.G.: 5ième année)	X					X		X	équipe de 4	petits
On joue aux billes par équipes de 4. Dans une équipe, voici ce qui s'est passé pendant un tour: Alain a perdu 12 billes, Michel a gagné 8 billes, Jean a gagné 13 billes, Daniel a perdu 7 billes. Le chef de l'équipe inscrit ce que le tout a rapporté au total. Que va-t-il inscrire? (J.D.: 4ième, 5ième année)	X					X		X	équipe de 4	petits

TYPE 7: DEROULEMENT NON-CONTINU: 1ER CHANG., 2IEME CHANG., RESULTANTE (composée: 2 dépl. en sens contraire)

	Nature des données: Etats: Discret	Etats: Continu	Positions: Discret	Positions: Continu	Nature des changements: Déplacement	Transformation	Changement opéré par: Eléments eux-mêmes	Personne extérieure	Système repère extérieur ou problème	Nombre mis en jeu
❶ Les enfants font un jeu: le premier qui arrive au mur en courant est le gagnant. Les enfants courent. Le professeur dit "stop". Les enfants arrêtent. Paul doit reculer de 7 mètres car il a triché. Le professeur dit "courrez". Si avant que Paul recule, il ne lui restait que 17 mètres à faire pour toucher le mur. De combien doit-il avancer maintenant pour atteindre le mur? (N.D.G.: 5ième année) 				X	X		X		stop mur	petite
❷ Les enfants font un jeu: le premier qui arrive au mur en courant est le gagnant. Les enfants courent, le professeur dit "stop". Les enfants arrêtent. Paul doit reculer de 7 mètres car il a triché. Avant de reculer, il ne lui restait que 17 mètres à faire pour toucher le mur. De combien doit-il avancer maintenant pour atteindre le mur! (J.D.: 5ième année)				X	X		X		stop mur	petite

Type 7: Déroulement non-continu: les chang., le chang., en sens contraire, résultants ?

	Nature des données: Etats Discret	Etats Continu	Positions Discret	Positions Continu	Nature des changements: Déplacement	Transformation	Changement opéré par: Eléments eux-mêmes	Personne extérieure	Système repère extérieur au problème	Nombres mis en jeu
① Louise part du mur qui est 23 mètres derrière le professeur, prend le ballon et court jusqu'à l'autre mur qui est à 44 mètres devant le professeur. Quelle longueur a-t-elle parcourue? (M.D.G.: 2ième année)				X	X		X		mur professeur autre mur	petits
② Louise prend le ballon des mains du professeur. Elle recule de 23 mètres. Elle doit courir le porter dans le panier qui est à 44 mètres devant le professeur. Quelle longueur doit-elle parcourir? (J.D.: 2ième à 3ième année)				X	X		X		professeur panier	petits
③ Pendant le déjeuner, Mme Martin décricote 12 centimètres et un demi centimètre de son foulard parce qu'elle s'est trompée. Elle finit son foulard pendant le journée. Si avant de décricoter, il lui restait 25 centimètres à faire pour terminer son foulard, combien a-t-elle tricoté après le déjeuner? (M.D.G.: 3ième à 4ième année)		X				X		X	déjeuner après le déjeuner	petites

Type 7: Déroulement non-continu: 1er chang., 2e chang., en sens contraire, résultante ?

	Nature des données: Etats: Discret	Nature des données: Etats: Continu	Nature des données: Positions: Discret	Nature des données: Positions: Continu	Nature des changements: Déplacement	Nature des changements: Transformation	Changement opéré par: Eléments eux-mêmes	Changement opéré par: Personne extérieure	Système rendu extérieur au problème	Nombre mis en jeu
Mme Martin a commencé à tricoter un foulard. Pendant le dîner, elle en défait 12 centimètres et un demi centimètre car elle s'est trompée. Elle finit son foulard pendant l'après-midi. Si avant de le défaire, il lui restait 25 centimètres à tricoter pour terminer son foulard quelle longueur a-t-elle tricoté dans l'après-midi? (J.D.: 4ième à 5ième année)		X				X		X	dîner après-midi	petits

?

TYPE 8: ETAT INITIAL, SEQUENCE INDIRECTE, ETAT INTERMEDIAIRE

	Nature des données				Nature des changements		Changement opéré par:			
	Etats		Positions							
	Discret	Continu	Discret	Continu	Déplacement	Transformation	Eléments eux-mêmes	Personne extérieure	Système repère extérieur au problème	Nombres mis en jeu
a) A la gymnastique le professeur dépose un petit sac de sable sur la tête de Jean. Il doit aller le porter le plus vite possible au but. Jean échappe le petit sac. Il doit reculer de 8 mètres. Il avance ensuite de 10 mètres. Il est maintenant à 4 mètres du but. A quelle distance du but était-il quand il a échappé le petit sac? (M.D.C.: 3ième à 4ième année)				X	X		X		but moment où il échappe le sac	petits
b) Le professeur de gymnastique dépose un petit sac de sable sur la tête de Jean. Jean doit aller le porter le plus vite possible au but, sans l'échapper. Jean part. A un moment donné, il échappe le sac. Il doit reculer de 8 mètres. Il avance ensuite de 10 mètres. Il est maintenant à 4 mètres du but. A quelle distance du but était-il quand il a échappé le petit sac? (M.D.C.: 5ième à 6ième année)				X	X		X		départ moment où il échappe le sac but	petits

?

Type 8: Etat initial, Séquence indirecte, Etat intermédiaire

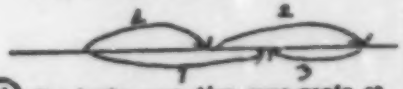
	Nature des données: Etats – Discret	Etats – Continu	Positions – Discret	Positions – Continu	Nature des changements: Déplacement	Transformation	Changement opéré par: Elements eux-mêmes	Personne extérieure	Système repère extérieur au problème	Nombres mis en jeu
À la gymnastique, le professeur dépose un petit sac de sable sur la tête de Jean. Il doit aller le porter le plus vite possible au but. Jean échappe le petit sac. Il doit reculer de 8 mètres. Il avance ensuite de 10 mètres. Il est maintenant à 4 mètres du but. À quelle distance du but était-il quand il a échappé le petit sac? (J.D.: 5ième à 6ième année)				X	X		X		but moment où il échappe le sac	petits
Des laveurs de vitres sont installés sur une plate-forme. La plate-forme descend de 450 mètres, puis elle descend une seconde fois de 200 mètres. La troisième fois, elle monte de 250 mètres, puis elle descend de 150 mètres. Après la troisième fois, les laveurs de vitres étaient à 300 mètres de haut. À quelle hauteur étaient-ils au début? (J.D. seulement)				X	X		X		début 2nd fois 3e fois	450,200,250 150,300 gros

?

Type 8: Etat initial, Séquence indirecte, Etat intermédiaire

	Nature des données				Nature des changements		Changement opéré par:			
	Etats		Positions							
	Discret	Continu	Discret	Continu	Déplacement	Transformation	Eléments sous-ensembles	Personne extérieure	Système repère extérieur au problème	Nombres mis en jeu
(7) Pierre va jouer aux billes. Au premier coup, il perd 7 billes. Au deuxième coup, il perd 5 billes. Au troisième coup, il gagne 11 billes. Au quatrième coup, il gagne 5 billes. Après le troisième coup, il avait 31 billes. Combien de billes avait-il au début du jeu?	X					X		X	début 1er coup 2e coup 3e coup	petits
(7) Pierre joue aux billes. Au premier coup, il perd 7 billes. Au deuxième coup, il perd 5 billes. Au troisième coup, il gagne 11 billes. Au quatrième coup, il gagne 5 billes. Après le troisième coup, il a 31 billes. Combien de billes avait-il au début du jeu? (J.D.: 6ième année)	X					X		X	début 1er coup 2e coup 3e coup 4e coup	petits

TYPE 9: Point de repère initial non-fixé / Séquence indirecte / Intervalle entre point initial & point final / Point de repère final non-fixé

	Nature des données: Etats: Discret	Nature des données: Etats: Continu	Nature des données: Positions: Discret	Nature des données: Positions: Continu	Nature des changements: Déplacement	Nature des changements: Transformation	Changement opéré par: Eléments eux-mêmes	Changement opéré par: Personne extérieure	Système repère extérieur au problème	Nombre mis en jeu
(X) Une bombe part d'un sous-marin et s'élève d'abord de 150 mètres. Elle continue à monter de 450 mètres et puis redescend de 200 mètres. Là elle explose en touchant la mer. A quelle profondeur sous l'eau se trouve le sous-marin? (N.D.C.: 6ième année) 				X	X		X		sous-marin niveau de la mer	150,450 200 gros
(X) Une bombe part d'un sous-marin et s'élève d'abord de 150 mètres. Elle continue à monter de 450 mètres et puis redescend de 200 mètres. Là, elle explose en touchant la mer. A quelle profondeur sous l'eau se trouve le sous-marin? (J.D.: 6ième année)				X	X		X		sous-marin niveau de la mer	150,450 200 gros

NOTRE-DAME-DE-GRÂCE

Tableau de répartition des problèmes par niveau, identifié et regroupé par structure.

Structure		Problèmes	Niveaux # de sujets				
Type	Code	Description	2e	3e	4e	5e	6e
1	f	Problème rejeté par la suite: "Pierre joue aux billes" incjecté car les enfants y voient plus des états que des transformations; on ne croit pas que les dessins pourraient être intéressants: le problème est souvent résolu en jouant avec des nombres négatifs).	31				
1	e	Problème non modifié "lavage de vitres."		31			
2	a	Problème conservé intégralement: Température".		33	28	39	29
2	b	Problème modifié nombres: "durée jour" (modifications dans la disposition: les chiffres n'apparaissent plus placés l'un en dessous de l'autre; changements dans les nombres pour éviter ambiguité d'interprétation de la réponse).		28	29	30	25
2	b'	Problème modifié nombres "durée randonnée".	32				
2	c	Problème conservé intégralement: "billes reconstitution".	30				
2	f	Problème beaucoup modifié: "arrêt d'autobus" (problème modifié pour correspondre à la structure état 1, transformation état f.)	33				
2	g	Problème conservé intégralement: "pied de benoît".	29				
2	h	Problème modifié nombres "fuels" (raison: trop gros nombres causant des difficultés, inutile pour l'investigation que l'on veut faire).	33				
3	c	Problème rejeté: "autobus" (car résultats semblables: # d'échec, # stratégies d'erreurs que dans le problème des billes).		27			
3	j	Problème conservé intégralement "lavage vitres" déplacement.	29				
3	k	Problème conservé "saute" continu.	33				
3	l	Problème un peu modifié, "roches, vivière" (pour fins de clarté)	31				
3	m	Problème un peu modifié "clôture" (pour fins de clarté).	30				
3	n	Problème très peu modifié "course à relais" (changement d'expressions écrites pour clarifier).		25	28		
3	o	Problème conservé intégralement: "jeu de billes."		27			
3	p	Problème conservé intégralement: "M. Leblanc."			30	31	
4	u	Problème beaucoup modifié: jeu "jetons" (reformulation de la question dans des termes directs, situation de l'action dans le temps)		28	32		

4	v	Problème peu modifié:"laveurs de vitres" (resituation de l'action dans le temps de façon plus claire).			30			
5	γ	Problème peu modifié: jeu"jetons"(resituation de l'action dans le temps, question plus directe).			31	32	29	
5	δ	Problème beaucoup modifié:"laveurs de vitres" (resituation de l'action dans le temps, question plus directe).				35	27	
6	ε	Problème conservé intégralement:"plate-forme séquence"légère modification (ajout d'un déplacement).				23	27	
6	ι	Problème beaucoup modifié:"jeu de billes (séquence)"(la question était trop ouverte; reformulation de la question de façon plus précise).			28	30	30	
6	θ	Problème peu modifié:"jeu de billes (équipes)" (reformulation de la question de façon plus précise).				33		
6	ξ	Problème rejeté:"Nicolas pâtes de sable" (rejeté car identique au jeu de billes, séquence: 8.% de réussite et plus difficile à illustrer car le fait plus référence à un état initial que l'autre pour raisonner).					25	
7	ι	Problème peu modifié:"gymnase Louise"(modification pour fins de clarté).	28					
7	κ	Problème peu modifié"enfants jeu gymnase " (modification d'une expression dans le texte) .				36		
7	ν	Problème peu modifié:"Mme Martin"(pour fins de clarté).		32	31			
8	ω	Problème conservé intégralement:"gymnastique sans de sable".		33	29	29	27	
8	ο	Problème conservé intégralement:"Pierre joue aux billes".					25	
9	ϰ	Problème conservé intégralement: la bombe .					25	

Apparaissent le nombre d'enfants pour les deux classes A et B par niveau.

ECOLE DES JEUNES DECOUVREURS

Tableau de répartition des problèmes par niveau, identifiés et regroupés par structure.

Problèmes			Niveaux # de sujets					
Type	Code	Description	1ère	2e	3e	4e	5e	6e
1	q	Problème peu modifié: "laveurs de vitres."			27.26			
2	d	J.B. seulement: "blocs pigés dans un sac."	26.27	13.(B)	27.26	27.(B)		
2	c	J.B. seulement: "lapins."	26.27	13.(A)		27.(B)		
2	f	Problème beaucoup modifié: "arrêt d'autobus, enfants en rang."		15.(B)		27.(A)		
2	h	Problème modifié: "nombres fusés."		19.14				
2	e	Problème conservé intégralement: "billes."	26.27	15.(A)				
2	g	Problème conservé intégralement: "pied de Benoît."		16.(A)	27.26		28.(A)	
2	a	Problème conservé intégralement: "température."			27.26	27.27	28.26	26.25
2	b	Problème modifié: "nombre durée du jour."			27.26	27.27	28.26	26.25
2	b'	Problème modifié: "nombre durée randonnée."		14.18				
3	ℓ	Problème un peu modifié: roches rivière."	26.27	16.16		27.27		26.25
3	k	Problème conservé: "sauts, continu."		12.(B)				
3	j	Problème conservé intégralement: "laveurs vitres déplacement."		14.(A)				
3	n	Problème un peu modifié: "course à relais."			27.26	27.(B)		
3	o	Problème conservé intégralement: "jeu de billes."			27.26			
3	p	Problème conservé intégralement: "M. Leblanc."			27.26		28.(A)	
3	m	Problème un modifié: "clôture."		17.(1.			26.(B)	
4	u	Problème beaucoup modifié: "jeu jetons."				27.(B)		25.(B)
4	v	Problème peu modifié: "laveurs de vitres."				27.(A)		26.(A)
3	γ	Problème peu modifié: "jeu jetons."					28.(A)	
3	δ	Problème beaucoup modifié: "laveurs de vitres."					26.(B)	

6	t	Problème beaucoup modifié: "jeu billes/séquence."			27.(A)	26.(B)	25.(B)
6	y	Problème conservé intégralement: "plate-forme séquence."					26.(A)
6	u	Problème peu modifié: "jeu de billes (équipe)."			27.(A)	26.(B)	
7	i	Problème peu modifié: "gymnase Louise."		13.18	27.26		
7	h	Problème peu modifié: "enfants jeu gymnase."				28.26	
7	v	Problème peu modifié: "Yves Martin."			27.27	28.(A)	
8	w	Problème conservé intégralement: "gymnase sans de sable."				28.26	26.25
8	s	Problème conservé intégralement: "jeu de billes."					26.(A)
8	ß	J.D. seulement: "laveuse de vitres."					25.(B)
9	ex	Problème conservé intégralement: "la bombe."					26.25

Problèmes expérimentés aux deux écoles

Type	Code	Ecole A (groupe témoin)	Ecole B
1	g	3e année	3e année
2	a	3e, 4e, 5e, 6e	3e, 4e, 5e, 6e
2	b	3e, 4e, 5e, 6e	3e, 4e, 5e, 6e
2	b'	2e	2e
2	c	2e	1e, 2e
2	f	2e	2e, 4e
2	g	2e	2e, 3e, 5e
2	h	2e	2e
3	j	2e	2e
3	k	2e	2e
3	l	2e	1e, 2e, 4e, 6e
3	m	2e	2e, 3e
3	n	3e, 4e	3e, 4e
3	o	2e	3e
3	p	4e, 5e	3e, 5e
4	u	3e, 4e	4e, 6e
4	v	4e	4e, 6e
5	∝	4e, 5e, 6e	5e
5	∝	5e, 6e	5e
6	t	4e, 5e, 6e	4e, 5e, 6e
6	v	5e, 6e	6e
6	s	5e	4e, 5e
7	i	2e	2e, 3e
7	x	5e	5e
7	r	3e, 4e	4e, 5e
8	∿	3e, 4e, 5e, 6e	5e, 6e
8	∃	6e	6e
9	α	6e	6e

ANNEXE 2

ANNEXE 2

PROTOCOLE D'EXPÉRIMENTATION
PRÉTEST ET POST-TEST (1ère / 2e ANNÉES)
(test écrit et entrevues)

I. Protocole test écrit

Introduction au test écrit

"Je travaille à l'université et cela m'intéresse de voir comment les enfants de "x" année travaillent sur des problèmes. J'en ai écrit quelques-uns et je viens dans votre classe pour vous les donner à faire."

"J'ai déjà rencontré d'autres enfants de "x" année et ils m'ont beaucoup aidé à voir comment ils faisaient pour trouver la solution. J'aimerais voir comment vous vous débrouillez, pensez-vous que vous pouvez m'aider?"

Déroulement de l'activité

Après l'introduction, chaque problème est lu une première fois lentement. Ensuite, nous demandons à un enfant de le redire dans ses mots, puis nous le relisons une autre fois. Nous laissons alors les enfants résoudre le problème, en insistant sur "je veux voir ce que tu fais!".

Nous ramassons les feuilles après chaque problème. Quand un enfant pose une question, celle-ci lui est si possible renvoyée (afin de ne jamais intervenir en termes d'apprentissage). Nous essayons alors de voir ce qui ne va pas: "qu'est-ce que t'en penses?", "qu'est-ce que tu ne comprends pas?", "fais comme tu penses, je veux voir comment tu te débrouilles".

Banque de situations

Chaque carnet (un item par page) présenté aux enfants comprend un certain nombre d'items à résoudre mettant en jeu la reconstruction d'un changement: soit des problèmes écrits, soit des équations exprimées en mots. Il y en a 5 au prétest, 6 au post-test. De plus, le carnet contient deux items portant sur l'illustration d'une situation mettant en jeu un changement qualitatif. Enfin, des items distracteurs ont été insérés entre les différentes situations (problèmes à résoudre, dessins à compléter), afin de contrer les effets d'apprentissage d'un item sur l'autre.

Ces items vous sont maintenant présentés selon l'ordre où ils apparaissaient dans le carnet (un item par page)

- Prétest, 1ère année
- Prétest, 2e année
- Post-test, 1ère année
- Post-test, 2e année

Prétest - 1ère année

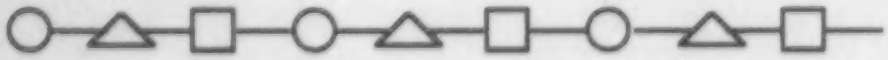
Problème écrit - changement quantitatif à reconstruire:

1. J'avais 19 billes dans ma poche. Un ami m'en a apportées d'autres. Maintenant j'ai 28 billes dans ma poche. Combien de billes m'a-t-il apportées?

   Je veux voir ce que tu fais.

Distracteur:

2. Continue mon collier



Équation exprimée en mots impliquant une reconstruction:

3. Trouve le nombre pour que ça marche:

   À 8 bonbons j'ajoute ..... bonbons pour avoir 15 bonbons.

Problème écrit - changement quantitatif à reconstruire:

4. Quand Benoît était jeune, son pied mesurait 18 centimètres. Maintenant son pied mesure 26 centimètres. De combien son pied a-t-il allongé?

   Je veux voir ce que tu fais.

Distracteur:

5. Jean a 16 timbres. Alain a 22 timbres. Peux-tu me dire combien Alain a de timbres de plus que Jean?

   Je veux voir ce que tu fais.

Situation - changement qualitatif à illustrer:

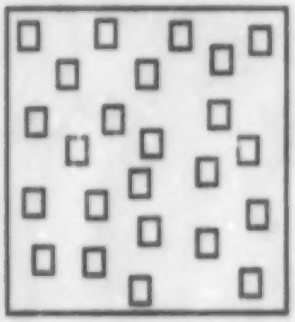
6. Ta maman souffle une balloune. Elle grossit, grossit, grossit...

   Dessine ce que tu vois.

Équation exprimée en mots impliquant une reconstruction:

7. Trouve le nombre pour que ça marche:

   J'ai 17 cartes, j'en ajoute ..... pour avoir 24 cartes comme sur l'image.



Problème (situation simulée) - changement quantitatif à reconstruire:

8. Peux-tu me dire combien la mère de Nicolas a mis de collants sur son bureau pendant qu'il était parti à l'école?

   Note: Cet item était simulé devant les enfants: un certain nombre de collants sont placés sur le rétroprojecteur allumé, les enfants les voient projetés sur l'écran (on raconte en même temps: "Nicolas avait tout ça de collants sur son bureau"), le rétroprojecteur est alors fermé et on raconte que "la mère de Nicolas a mis d'autres collants sur son bureau pendant qu'il est parti à l'école" (l'expérimentateur place alors d'autres collants sur le rétroprojecteur éteint). "Nicolas revient, il a maintenant tout ça sur son bureau" (le rétroprojecteur est de nouveau allumé et les enfants voient l'état final)... puis la question est posée.

Situation - changement qualitatif à illustrer:

9. Marie a presque fini de ranger les cartes à jouer dans la boîte. Son petit frère arrive et lui en renverse d'autres et encore d'autres...

   Dessine ce que tu vois.

Distracteur:

10. Il y a 24 lapins dans une cabane. Il y en a 16 qui regardent par la porte. Les autres sont cachés en arrière. Combien y en a-t-il de cachés?

    Je veux voir ce que tu fais.

Prétest - 2e année

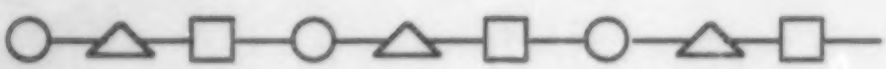
Problème écrit - changement quantitatif à reconstruire:

1. 17 enfants attendent l'autobus scolaire au coin de la rue. D'autres enfants arrivent en courant à l'arrêt. Il y a maintenant 38 enfants qui attendent l'autobus. Combien d'enfants viennent d'arriver en courant?

   Je veux voir ce que tu fais.

Distracteur:

2. Continue mon collier.



Équation exprimée en mots impliquant une reconstruction:

3. Trouve le nombre pour que ça marche:

   À 8 bonbons j'ajoute ..... bonbons pour avoir 15 bonbons.

Problème écrit - changement quantitatif à reconstruire:

4. Quand Benoît était jeune, son pied mesurait 18 centimètres. Maintenant son pied mesure 26 centimètres. De combien son pied a-t-il allongé?

   Je veux voir ce que tu fais.

Situation - changement qualitatif à illustrer:

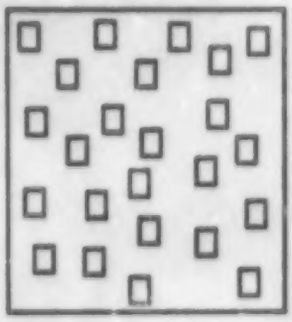
5. Ta maman souffle une balloune. Elle grossit, grossit, grossit...

   Dessine ce que tu vois.

Équation exprimée en mots impliquant une reconstruction:

6. Trouve le nombre pour que ça marche:

   J'ai 17 cartes, j'en ajoute ..... pour avoir 24 cartes comme sur l'image.



Distracteur:

7. Jean a 16 timbres. Alain a 22 timbres. Peux-tu me dire combien Alain a de timbres de plus que Jean?

   Je veux voir ce que tu fais.

Situation - changement qualitatif à illustrer:

8. Marie a presque fini de ranger les cartes à jouer dans la boîte. Son petit frère arrive et lui en renverse d'autres et encore d'autres...

   Dessine ce que tu vois.

Problème écrit - changement quantitatif à reconstruire:

9. Pendant le cours d'éducation physique, les enfants doivent faire des sauts sur un pied. Jean fait un saut de 30 centimètres. Il saute une deuxième fois. Après ces deux sauts, il a avancé de 64 centimètres. De quelle longueur a-t-il sauté la seconde fois?

   Je veux voir ce que tu fais.

Problème (situation simulée) - changement quantitatif à reconstruire:

10. Peux-tu me dire combien la mère de Nicolas a mis de collants sur son bureau pendant qu'il était parti à l'école?

    Note: Situation simulée devant les enfants.

Post-test - 1ère année

Problème écrit - changement quantitatif à reconstruire:

1. Jean fait une clôture le long de son chemin. À la fin de l'avant-midi, il en a construit 8 mètres. Le soir, la clôture est terminée, elle mesure 17 mètres. Quelle longueur de clôture a-t-il fait dans l'après-midi?

   Je veux voir ce que tu fais.

Situation - changement qualitatif à illustrer:

2. Benoît donne un coup de pied dans le ballon. Le ballon monte, monte...

   Dessine ce que tu vois.

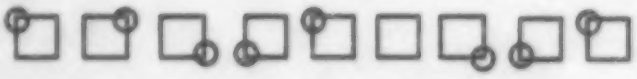
Problème écrit - changement quantitatif à reconstruire:

3. À 8 heures le matin, il y a 13 enfants à la garderie. Les parents continuent à en amener d'autres. À 9 heures, l'école commence, il y a 31 enfants à la garderie. Combien d'enfants sont arrivés après 8 heures?

   Je veux voir ce que tu fais.

Distracteur:

4.



Dessine
où est la boule

Problème écrit - changement quantitatif à reconstruire:

5. Avant j'avais 17 blocs sur ma table. J'ai pigé des blocs dans le sac et je les ai mis sur la table. Maintenant j'ai 33 blocs sur la table. Combien de blocs ai-je pigés dans le sac.

   Je veux voir ce que tu fais.

Distracteur:

6. À la gymnastique, les enfants doivent avancer avec un sac de sable sur la tête sans l'échapper. Marie est sur la ligne de départ. Elle avance de 15 mètres et échappe le sac. Elle est punie et doit reculer de 6 mètres. À combien de mètres de la ligne de départ est-elle maintenant?

   Je veux voir ce que tu fais.

Équation impliquant une reconstruction:

7. $13 + ? = 21$

Situation - changement quantitatif à illustrer:

8. a) Mathieu doit ranger dans un tiroir toutes les règles des enfants de la classe de maternelle. Il a mis 14 règles dans le tiroir et n'en a plus à ranger. Le professeur en apporte d'autres. Quand Mathieu a fini, il a rangé 25 règles.

   Dessine ce qui s'est passé depuis le début.

   b) Écris combien la maîtresse lui a apporté de règles.

Problème écrit - changement quantitatif:

9. Madame Martin commence à tricoter un foulard. Pendant l'avant-midi elle a tricoté 12 centimètres. Elle s'aperçoit qu'elle s'est trompée. Elle doit défaire 7 centimètres. Quelle longueur de foulard a-t-elle alors de fait?

   Je veux voir ce que tu fais.

Problème (situation simulée) - changement quantitatif à reconstruire:

10. Combien a-t-elle gagné de billes au 2e coup?

    Note: Item simulé devant les enfants:

    Deux personnes participent à cette simulation. L'une d'entre elles, un sac à la main, s'adresse au groupe d'élèves. Elle tire un billet où le nombre 12 est écrit et demande à un enfant quel nombre apparaît sur ce billet. Elle s'adresse ensuite à sa compagne (qui personnifie "la banque") et lui demande le nombre de billes correspondant au billet tiré. En les recevant, l'animateur les dépose dans son sac et fait mine de les compter.

    Il tire un autre billet mais, ce coup-ci, sans le montrer aux enfants. "La banque" lui donne à nouveau les billes demandées et l'animateur les met dans son sac. Après les avoir comptées, il dit au groupe qu'il y a maintenant 31 billes. Il leur pose alors la question suivante: "Combien ai-je gagné de billes au 2e coup?".

Post-test - 2e année

Problème écrit - changement quantitatif à reconstruire:

1. Jean fait une clôture le long de son chemin. À la fin de l'avant-midi, il en a construit 12 mètres. Le soir, la clôture est terminée, elle mesure 26 mètres. Quelle longueur de clôture a-t-il fait dans l'après-midi?

   Je veux voir ce que tu fais.

Situation - changement qualitatif à illustrer:

2. Benoît donne un coup de pied dans le ballon. Le ballon monte, monte...

   Dessine ce que tu vois.

Problème écrit - changement quantitatif à reconstruire:

3. À 8 heures le matin, il y a 13 enfants à la garderie. Les parents continuent à en amener d'autres. À 9 heures l'école commence, il y a 31 enfants à la garderie. Combien d'enfants sont arrivés après 8 heures?

   Je veux voir ce que tu fais.

Distracteur:

4.

Dessine
où est la boule

Problème écrit - changement quantitatif à reconstruire:

5. Avant j'avais 27 blocs sur ma table. J'ai pigé des blocs dans le sac et je les ai mis sur la table. Maintenant j'ai 42 blocs sur la table. Combien de blocs ai-je pigés dans le sac.

   Je veux voir ce que tu fais.

Problème écrit - changement quantitatif:

6. À la gymnastique, les enfants doivent avancer avec un sac de sable sur la tête sans l'échapper. Marie est sur la ligne de départ. Elle avance de 44 mètres et échappe le sac. Elle est punie et doit reculer de 23 mètres. À combien de mètres de la ligne de départ est-elle maintenant?

   Je veux voir ce que tu fais.

Équation:

7. $13 + ? = 21$

Situation - changement quantitatif à illustrer:

8. a) Mathieu doit ranger dans un tiroir toutes les règles des enfants de la classe de maternelle. Il a mis 9 règles dans le tiroir et n'en a plus à ranger. Le professeur en apporte d'autres. Quand Mathieu a fini, il a rangé 27 règles.

   Dessine ce qui s'est passé depuis le début.

   b) Écris combien la maîtresse lui a apporté de règles.

Problème écrit - changement quantitatif:

9. Madame Martin commence à tricoter un foulard. Pendant l'avant-midi elle a tricoté 21 centimètres. Elle s'aperçoit qu'elle s'est trompée. Elle doit défaire 7 centimètres. Quelle longueur de foulard a-t-elle alors de fait?

   Je veux voir ce que tu fais.

Problème (situation simulée) - changement quantitatif à reconstruire:

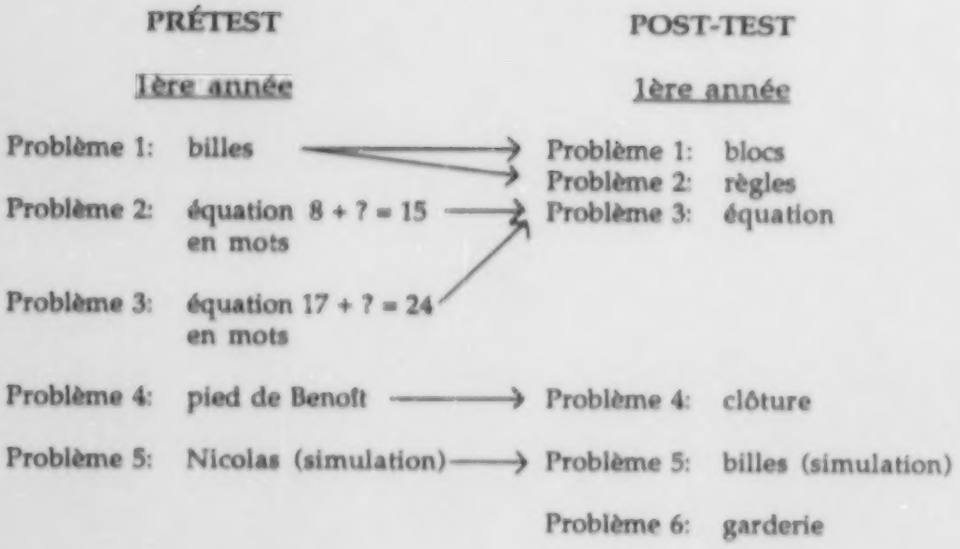
10. Combien a-t-elle gagné de billes au 2e coup?

    Note: Situation simulée devant les enfants.

Problèmes présentés à chacun des niveaux

	1ère année	2e année
Prétest:	- Pb billes: 19 + ? = 28	- Pb autobus: 17 + ? = 38
	- Équation: 8 + ? = 15	- Équation: 8 + ? = 15
	- Pb pied de Benoît: 18 + ? = 26	- Pb pied de Benoît: 18 + ? = 26
	- Équation: 17 + ? = 24	- Pb éducation physique: 30 + ? = 64
	- Pb Nicolas: 5 + ? = 12	- Pb Nicolas: 5 + ? = 12
	- 2 dessins: - "balloune" qui grossit...	- 2 dessins: - "balloune" qui grossit...
	- cartes qu'on renverse	- cartes qu'on renverse
Post-test:	- Pb clôture: 8 + ? = 17	- Pb clôture: 12 + ? = 26
	- Pb blocs: 17 + ? = 33	- Pb blocs: 27 + ? = 42
	- Pb garderie: 13 + ? = 31	- Pb garderie: 13 + ? = 31
	- Équation: 13 + ? = 21	- Équation: 13 + ? = 21
	- Pb règles: 14 + ? = 25	- Pb règles: 9 + ? = 27
	- Pb billes: 12 + ? = 31	- Pb billes: 12 + ? = 31
	- 2 dessins: - ballon qui monte...	- 2 dessins: - ballon qui monte...
	- règles à ranger	- règles à ranger

Problèmes correspondants



II. Protocole d'entrevue sur la partie "histoire sans parole"

Prétest

Nous montrons à l'enfant l'illustration d'une transformation arithmétique sous forme d' "histoire sans parole" ("Les amis")* et nous lui demandons:

"Peux-tu inventer une histoire pour faire calculer un ami? Ce dessin-là devrait l'aider à résoudre."

ou

"Peux-tu me dire ce qui se passe?"

Si l'enfant ne peut répondre suite à la consigne utilisée, le relancer avec l'autre consigne.

Post-test

Au post-test, trois types de dessins étaient présentés aux enfants: les illustrations "Les canards", "Je pige", et des dessins d'enfants*. L'ordre de présentation des dessins était le suivant:

(1) "Les canards"
(2) Trois dessins d'enfants (distracteur)
(3) "Je pige"

- Illustrations: Nous lui présentons l'illustration, et nous lui demandons alors: "Peux-tu me raconter ce qui se passe là-dedans?"

- Dessins d'enfants: Nous lui présentons sur une même page trois dessins d'enfants provenant de l'expérimentation, en lui racontant ce qui suit:

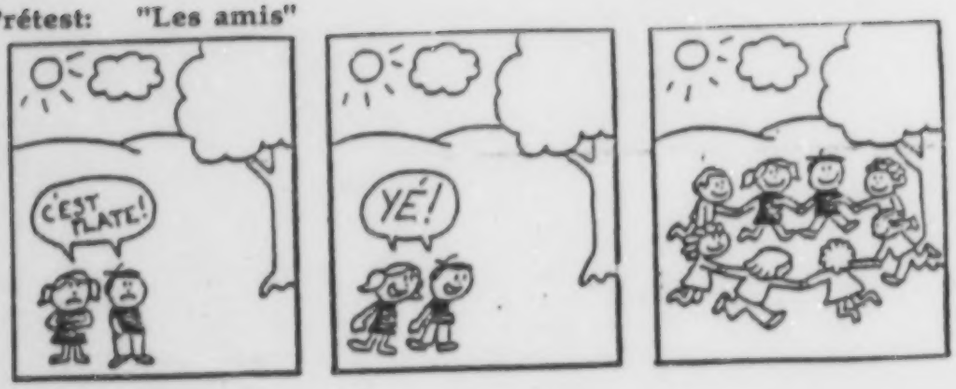
  - "Écoute bien. J'ai raconté ça à des enfants: Un monsieur s'en vient. Il met des pommes sur une table et il s'en va. Je leur ai demandé de me dessiner ce qui se passait dans mon histoire. Il y en a qui m'ont donné ça; il y en a un qui m'a donné ça, pis un autre ça (en pointant successivement les trois dessins d'enfants). Toi, lequel de ces trois dessins-là tu trouves qui raconte le mieux ce qui se passe dans mon histoire?"
  - "Pourquoi celui-là?
  - "Lui, tu ne l'as pas choisi, mais c'est quoi l'histoire qu'il raconte? Pourquoi tu ne l'as pas choisi?

---

* Les illustrations "Les amis", "Les canards", "Je pige" ainsi que les dessins d'enfants sont présentés à la suite du protocole.

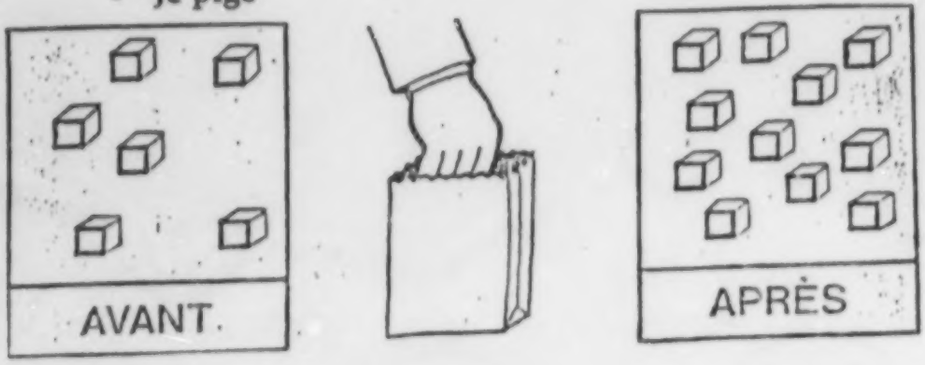
Illustrations

Prétest: "Les amis"

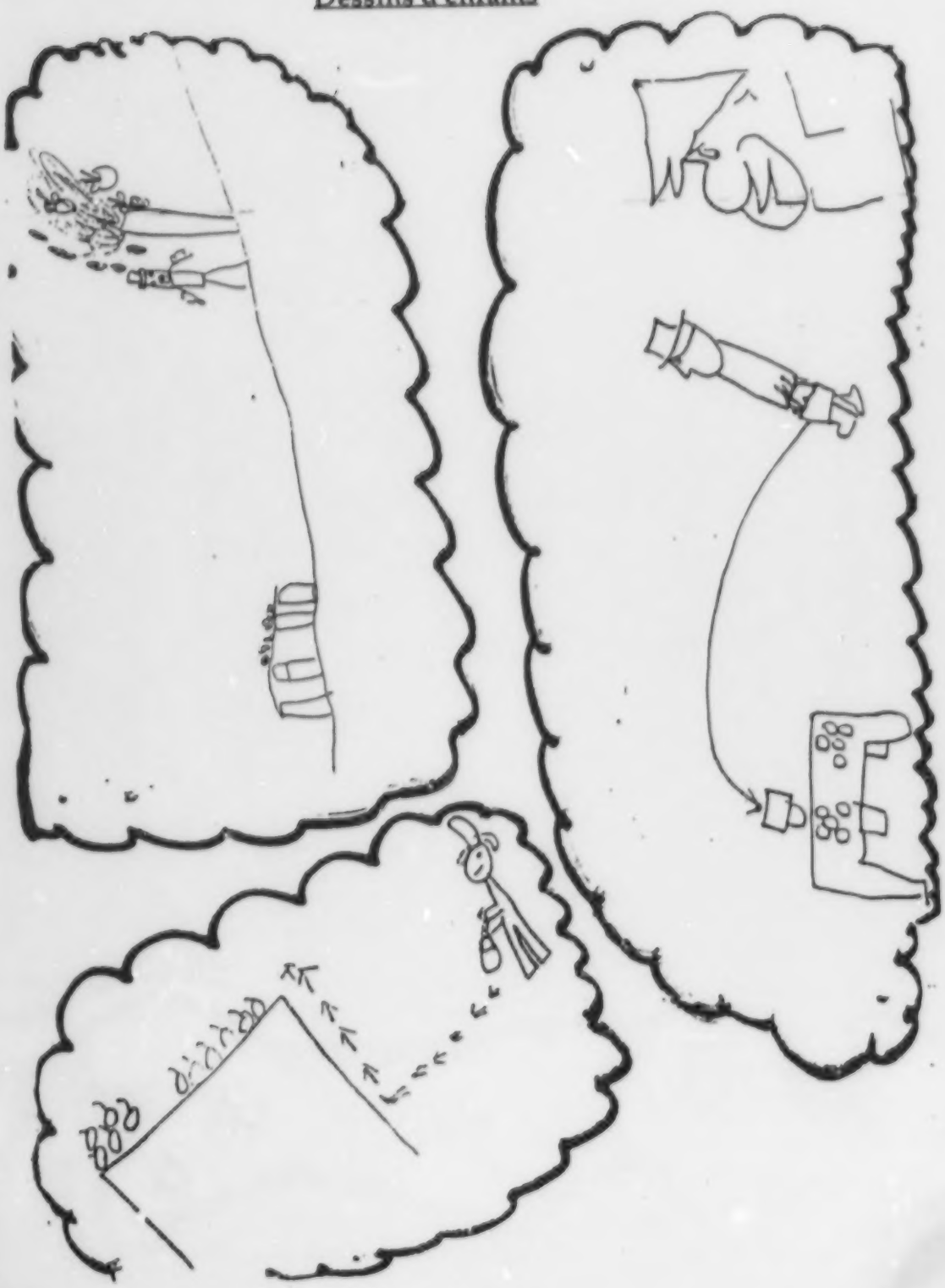


Post-test: - "Les canards"

- "Je pige"



Dessins d'enfants



ANNEXE 3

ANNEXE 3

GRILLE UTILISÉE POUR LE CODAGE DES ENFANTS AUX PROBLÈMES ÉCRITS METTANT EN JEU LA RECONSTRUCTION D'UNE TRANSFORMATION ARITHMÉTIQUE

A) Codage de l'enfant à chacun des problèmes relativement aux procédures de résolution utilisées pour résoudre.

R Réussite du problème, reconstruction:

sont considérées comme une reconstruction des procédures "correctes", conduisant à une réponse correcte ou qui peuvent conduire dans certains cas à une réponse erronée.

Ainsi, sont considérés comme réussite.

- les cas R (± 1) correspondant à un problème de borne: l'enfant reconstruit la transformation par comptage à partir de l'état initial, mais fait une erreur de borne.

- les cas où la réponse numérique erronée repose sur des problèmes d'organisation dans le comptage: par exemple, l'enfant dessine le nombre d'éléments de l'état initial et complète... des erreurs de dénombrement surviennent dues à la mauvaise organisation de l'enfant, à un oubli... à une répétition de deux fois la même chose... ou une réponse faussée par un problème dans le dénombrement.

R°: Quasi-réussite:

1) La démarche est bonne, l'enfant comprend la structure du problème mais il ne donne pas la bonne réponse numérique... (on peut voir par exemple que son erreur arrive à un niveau purement algorithmique).

ou

2) L'enfant dessine le complément de l'état initial (la réponse) mais sans inscrire de réponse numérique.

P : L'enfant fait une démarche partielle mais n'en tire pas partie.
(partiel)

Ex.: l'enfant dessine l'état initial, puis le complément (avec ou sans l'état final), mais il ne donne pas ensuite de réponse numérique ou donne une réponse fausse;

ou

l'enfant trouve le complément en deux étapes... mais ne complète pas sa réponse.

E : Différentes procédures possibles côté "échec".
(échec)

1) L'enfant dessine l'état initial (I), ou l'état final (F), ou l'état initial puis l'état final (I) (F).

2) L'enfant dessine l'addition de l'état initial et de l'état final (I + F).

3) L'enfant écrit un nombre entre l'état initial et l'état final (nombre entre I et F).

4) COMPENSATION: L'enfant emploie une stratégie lui permettant de donner une réponse malgré les difficultés posées par les nombres et qui nous montre qu'il ne comprend pas la structure du problème.

Ex.: Dans une équation-à-trou:

13 + ? = 21

L'enfant répond 12 ou 10] Il procède par "complément" avec les dizaines, mais comme ça ne peut plus fonctionner avec les unités, il soustrait le plus petit nombre du plus grand ou met 0.

5) L'enfant utilise n'importe quelle donnée pour son calcul (y compris celles non-pertinentes).

(–) : Rien

1) L'enfant n'a pas fait le problème, il n'a rien répondu.

2) Ou la réponse est **farfelue** : l'enfant répond quelque chose complètement en dehors du problème.

A : (ambigu) On ne peut déterminer la démarche de l'enfant à partir des données présentes.

(pas terminé) : Il y a une note sur le carnet de l'enfant à l'effet qu'il a manqué de temps pour terminer.

Δ : Code réservé pour les problèmes pour lesquels on a identifié l'enfant comme "copieur".

B) Caractérisation globale de l'enfant relativement à l'ensemble des problèmes expérimentés.

Au prétest et au post-test, une réponse à un problème:

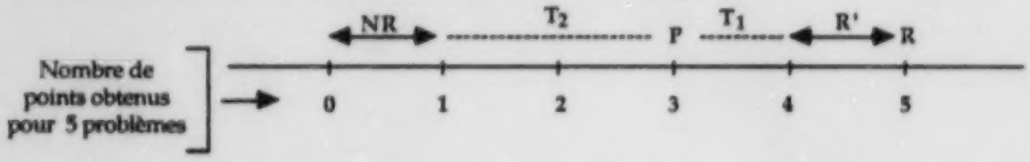
R	donne	1/1
R*	donne	0,8/1
P	donne	0,6/1
E ou (–) ou A	donne	0/1

Les problèmes où l'enfant a manqué de temps n'influencent pas la compilation finale (on ne les considère pas comme des problèmes qui ont été faits).

* On accorde une note globale à l'enfant en additionnant les points obtenus, et en ramenant cette note sur 5 (au prétest) et sur 6 (au post-test) si l'enfant n'avait pas eu le temps de faire tous les problèmes.

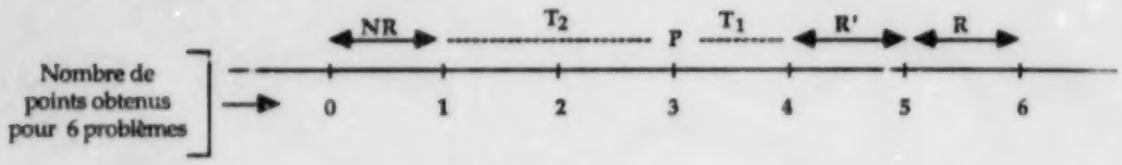
Au prétest (5 problèmes):

On classe les enfants selon les catégories R (reconstructeur), R' (quasi-reconstruction), T_1 (zone Tampon 1), P (partiel), T_2 (zone Tampon 2), NR (non-reconstructeur), selon l'échelle suivante:



Au post-test (6 problèmes):

Compte tenu du degré de difficulté du post-test relativement au prétest, on a ajusté l'échelle en tenant compte d'un coefficient de 5/6, pour définir les limites des catégories.



ANNEXE 4

ANNEXE 4

I. GRILLE DE CODAGE DES REPRÉSENTATIONS DÉVELOPPÉES PAR LES ENFANTS POUR ILLUSTRER UN CHANGEMENT*

UTILISATION DE LA GRILLE

Les dessins d'enfants ont été codifiés sous la forme du vecteur présenté ci-haut. Les caractéristiques reconnues dans le dessin sont notées en inscrivant la cote 1 ou 2 dans certains cas – à l'adresse correspondante sur le vecteur. La cote 0 indique l'absence de la caractéristique dans le dessin. Il y a donc 14 catégories possibles, réparties en 5 sous-groupes: aucune représentation, représentation statique, illustration du changement, illustration après "effaçage", codes supplémentaires.

* Utilisée pour les situations qualitatives à illustrer mettant en jeu un changement (1ère, 2e années), ou les problèmes à illustrer mettant en jeu la reconstruction d'un changement simple (1ère à 6e anné / Type 2)

Aucune représentation

L'enfant ne donne aucune illustration de la situation comme telle. À l'endroit indiqué par la flèche, le correcteur inscrit la cote 1 ou 2 selon le cas, et évidemment nous retrouvons la cote 0 partout ailleurs sur le vecteur.

—

2
[1] [00] [0000000] [00] [00]
↑

Non-illustré

1 - n'illustrent rien
- farfelu (réponse n'ayant aucun rapport avec la situation)
- réponses numériques et équation (situations "balloune"*, ballon*, cartes**)

2 - dessin opératoire (dessin support pour compter), dans le cas des problèmes mettant en jeu une reconstruction

Représentation statique

—

[0] [10] [0000000] [00] [00]
↑

Objet illustrent l'objet brut, une représentation d'éléments du contexte sans plus

1 exemples:
- un cercle pour ballon-ballounne*
- cartes ou règles isolées**

—

[0] [01] [0000000] [00] [00]
↑

État situation illustrée à un moment donné du déroulement (photo statique)

1 exemples:
- agent présent avec "balloune"* ou ballon (maman avec balloune à la bouche
- agent présent avec règles** ou cartes
- cartes ou règles rangées

---

* Référence à une situation de transformation "balloune" qui grossit, ballon qu'on déplace.
** Référence à une situation de transformation: collection de cartes ou règles qu'on a rangées et qu'un agent externe vient déranger.

Illustration du changement

L'enfant utilise dans son dessin des codes qui illustrent le changement. Nous retrouvons dans le 3e sous-groupe 7 catégories alors possibles, identifiées plus loin à l'aide de flèches. La cote 1 (2, 3, 4, 5, 6, dans le cas des autres "codes de changement") indique la présence du code retrouvé dans le dessin. Dans ce type de représentation, la seule cote à paraître dans les 2 premiers sous-groupes est 0 (le dessin n'étant pas statique, mais illustrant ici un certain dynamisme).

—

[0] [00] [0000000] [00] [00]

1
2

Répétition de l'objet : l'objet transformé est répété plusieurs fois sur une image

1 - l'objet transformé est répété plus de 2 fois sur une même image

2 - l'objet transformé est répété 2 fois - la représentation est toutefois distincte d'une illustration de l'état initial et final
exemple: 2 objets représentant un état intermédiaire et final

—

[0] [00] [0100000] [00] [00]

Succession d'états

1 - photos-clichés prises à différents moments de la transformation (sorte d'histoire sans parole illustrant un déroulement dans le temps)

—

[0] [00] [0010000] [00] [00]

Répétition de l'agent de transformation

1 - l'agent seul est répété
N.B. une répétition de l'agent avec objet représente une succession d'états

[0] [00] [0001000] [00] [00]

Changement de position (d'emplacement) de l'objet transformé

1 par exemple:
- ballon-balloune: lorsque l'objet monte ou descend.
- cartes = règles: lorsqu'on indique un changement d'emplacement

[0] [00] [0000100] [00] [00]

Changement de grandeur de l'objet

1 - lorsqu'on indique pour l'objet répété sur l'image un changement de grandeur

[0] [00] [00000020] [00] [00]

3
4
5
6

Autres codes illustrant un changement

2 - codes empruntés aux bandes dessinées
3 - code illustrant un déséquilibre, une action en cours (spécifique aux cartes et règles)
4 - code symbolique (flèches...)
5 - code illustrant la concentricité (spécifique à la balloune)
6 - code illustrant une trajectoire (indiqué par flèches ou pointillés)

[0] [00] [0000001] [00] [00]

États initial et final

1 - illustration représentant l'état initial et l'état final de la situation, par exemple:
balloune: petite et grosse balloune
ballon: ballon au pied et ballon plus élevé
cartes: cartes sur table et cartes sur le sol
règles: règles non-rangées et règles rangées

Illustration après effaçage

Dans la codification du dessin, la procédure entière de l'enfant est notée. Lorsque celui-ci efface son dessin pour en refaire un d'un autre type, ici le correcteur code le produit final (dans le 4e sous-groupe).

—

2
[0] [00] [0000000] [10] [00]

"Effaçage" pour revenir à statique

1 - après avoir effacé, une représentation statique est reproduite
2 - pour règles, un dessin opératoire est reproduit après effaçage

—

[0] [00] [0000000] [01] [00]

"Effaçage" pour revenir à dynamique

1 - Le produit final est une représentation dynamique (illustrant le changement),

Codes supplémentaires

L'enfant utilise de plus certains codes qui font référence de façon externe à un changement. Ils viennent en quelque sorte renforcer l'idée du changement. Ces codes sont notés dans le dernier sous-groupe.

—

[0] [00] [0000000] [00] [10]

Implication de l'agent de changement

1 Par exemple
- contact direct de l'agent avec l'objet (ex. maman qui gonfle une balloune)
- déséquilibre de l'agent vers l'objet transformé (ex: bonhomme penché vers les cartes)

[6] [00] [0000000] [00] [01]

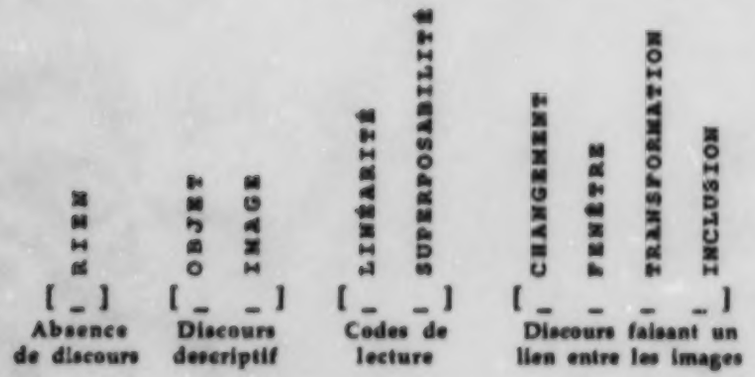
Codes externes

1 - contexte: qui précise la situation et renforce l'idée de changement
- contexte verbal: place la situation dans un contexte spécifique (ex: "Bonne Fête")
- mimiques: expression significative (ex: pleurs, joues gonflées dans le cas de la maman soufflant la balloune)

ANNEXE 5

ANNEXE 5

Grille d'analyse (DISCOURS)



RIEN

Absence de discours sur la représentation

[1 2 3] [_ _] [_ _] [_ _ _ _]

1) Rien ou discours farfelu.
2) Ambigu: on ne sait comment interpréter le discours produit.
3) Biais: ambigu à cause du biais de l'interviewer (qui fait qu'on ne peut pas interpréter le discours de l'enfant).

DISCOURS DESCRIPTIF

OBJET

[_] [1 _] [_ _] [_ _ _ _]

Description des éléments sur chaque image. Ne voit pas la superposabilité des éléments d'une image à l'autre.

[_] [_ 1] [_ _] [_ _ _ _]

Description de chaque image sans faire de liens entre les images.
N.B.: Si l'enfant fait un lien "fenêtre" (entre les images 2 et 3), mais que l'histoire est majoritairement descriptive, on classe le discours sous cette catégorie.

DISCOURS DESCRIPTIF

IMAGE

Le discours descriptif peut se produire dans le cas:

- des amis: avec ou sans superposabilité.
- des canards: avec généralement la superposabilité sauf exception, et avec parfois décodage de l'action.
- du "je pige": en procédant généralement par comparaison.

[_] [_ _] [1 2 3 4 _] [_ _ _ _]

Coder l'ordre de lecture de l'enfant sur les trois images présentées.

Lecture des images

LINÉARITÉ

1) - (1, 2, 3) (3, 2, 1) (1, 2) (2, 3) : lecture linéaire

2) - (1, 3, 2) (1, 3) (3, 1, 2) : lecture de type comparaison

3) - (2, 1, 2, 3) (1, 2, 3, 2) dans le cas du "je pige" seulement

4) - (2, 3, 1) et autres

Lecture des invariants d'une image à l'autre: code de

SUPERPOSABILITÉ

[_] [_ _] [_ 1 _] [_ _ _ _]

Décodage des indices nous indiquant que l'enfant voit les mêmes éléments se répéter d'une image à l'autre (enfants, canards, blocs...).

On peut percevoir cette reconnaissance des invariants dans le discours produit dans le cas:

- des amis: lorsqu'il y a une lecture des invariants sur les images 1 et 2.
- des canards: quand l'action sous-entend la présence des deux mêmes canards dans la deuxième image. N.B.: En général, si l'enfant ne répète pas dans son discours la présence des deux canards dans la 2e image, il y a superposabilité.
- du "je pige": cette superposabilité est visible dans ce qu'il dit sur les 1ère et 3e images.

[_] [_ _] [_ _ _] [1 2 _ _ _ _]

- Lien perçu entre les images 1 et 2 (sauf pour "je pige": 1 et 3).

- Lien explicite ou implicite.

- Les indices de changement sont décodés et servent à rattacher la 1ère image avec la 2e.

- Deux niveaux de changement apparaissent dans le discours:
  1) discours ponctuel, plutôt descriptif.
  2) discours dynamique, contextuel.
  N.B.: Le niveau "2" sera inscrit prioritairement dans transformation, s'il y a lieu.

- L'enfant voit dans ce cas les invariants d'une image à l'autre.

DISCOURS
référant à un
CHANGEMENT
entre 2 images

(Les enfants ne décodent pas pour autant dans la représentation une transformation)

Indices de changement perçus dans chaque cas:

Les amis: - Mimiques (tristes, gais)
- Orientation des personnages
- Mots (qui indiquent un changement qui renforce l'expression)

Les canards: - Code de déséquilibre
- Canards coupés
N.B.: L'enfant qui voit 3 canards qui arrivent décode un changement mais pas une transformation.

"Je pige": - Main dans le sac
- Les mots avant et après

Différents types de changement dans ce cas:

a) Changement de type I + F (état initial + état final)
- Ordre de lecture (2, 1, 2, 3) (1, 2, 3, 2)
- Décode l'action par rapport aux images 1 et 3
- Ne fait toutefois pas le lien entre la 1ère et la 3e image
- Ne voit pas la superposabilité en général

b) Changement de type F (état final)
- Ordre de lecture (1, 2, 3)
- Décode l'action par rapport à l'état final (image 3)

c) Changement de type: comparaison
- Ordre de lecture (1, 3, 2) (3, 1, 2) (1, 3)
- On décode la superposabilité avec décodage de l'action
- Voit l'INCLUSION mais pas la transformation

Lien

FENÊTRE

perçu
entre la 2e et
la 3e image

[_] [_ _] [_ _] [_ 1 _ _]

- L'enfant découpe les scènes ("Il voit" "Il rencontre").
- Cette catégorie s'applique seulement aux "AMIS".

TRANSFORMATION

repérée

[_] [_ _] [_ _] [_ _ 1/2 _]

- L'enfant exprime la transformation.
- La transformation est explicite ou implicite
- L'enfant voit le lien entre les images 2 et 3 (dans "je pige": 1 et 3).

Les amis: - S'il y a transformation sans perception d'action, alors la transformation est faible. Il s'agit plutôt d'une comparaison.
- Il y a transformation si le déplacement (l'action) de l'image 2 à 3 est signalé.
Ex.: "Ils jouent avec les amis"
pas de transformation
"Ils vont jouer avec eux"
(transformation)

Les canards: Il y a transformation si 4 canards arrivent.

"Je pige": Il y a transformation si l'on parle de rajout de 5 blocs (avec + ou – erreur de calcul).

- Deux niveaux de discours référant à une transformation apparaissent:
  1) Discours descriptif, ponctuel.
  2) Discours dynamique, contextuel.

N.B.: Le niveau 2 ira prioritairement à la transformation.

Identification de

l'INCLUSION

de l'état initial
dans l'état final

[_] [_ _] [_ _] [_ _ _ 1/2]

- L'enfant fait référence au tout formé à la fin.

- Inclusion de I dans F (initial dans final).

- Deux niveaux d'inclusion (pour "canards" et "je pige").

  1) Explicite (les enfants explicitent l'inclusion d'eux-mêmes dans leur histoire).
  2) Implicite.

  - Les amis: L'inclusion est généralement implicite
    Deux niveaux de discours apparaissent donc:
    1) Transformation explicite et inclusion implicite
    2) Transformation implicite et inclusion implicite
  - Dans le cas des canards: On peut retrouver l'inclusion sans transformation.

ANNEXE 6

Reconstruction du changement, représentation externe du changement et discours sur le changement

(Analyses des correspondances)

Annexe 6 – Liens entre performance aux problèmes mettant en jeu la reconstruction d'un changement, représentation du changement (temporel et procédural) et Discours en 1ère/2e année

(Analyses des correspondances)

[TR]AITEMENT DES POINTS A PLUS DE 2.30 ECARTS-TYPES DU CENTRE

POINTS ELOIGNES :

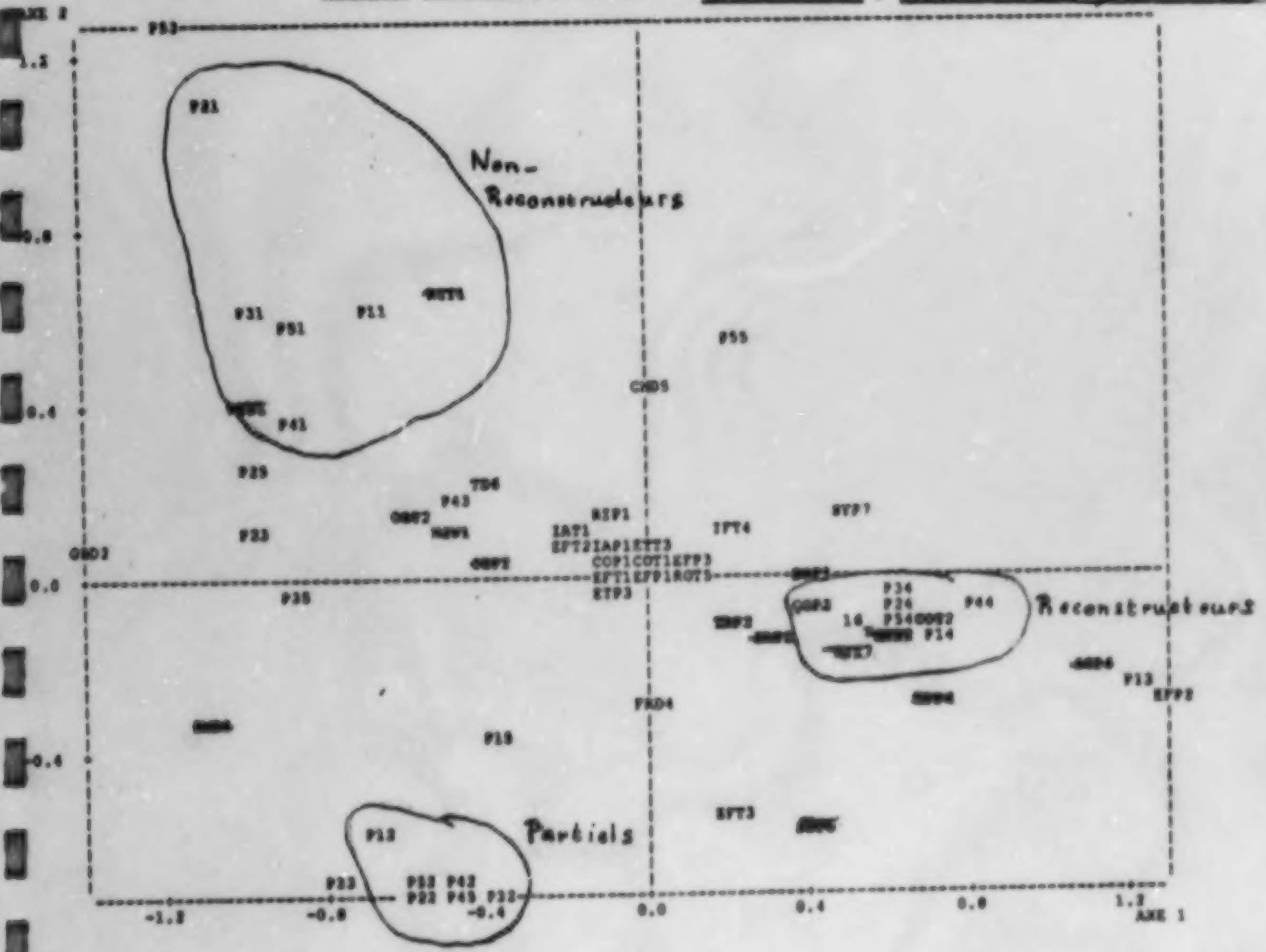
IDENTIFICATEUR	ABSCISSE	ORDONNEE
P22	-1.796	-2.205
P32	-1.555	-3.005
P45	-1.381	-2.019
P52	-1.817	-2.520

4 POINTS ONT ETE RAMENES SUR LE BORD DU GRAPHIQUE.

[N]OMBRE DE POINTS REPRESENTES : 62

Graphe 1 – Analyse des correspondances

VARIABLES ILLUSTRATIVE ET ACTIVES 1X2 PROBLEMES ACTIFS / Représentation, Discours (illustrat[ives])



Discours:
- RI : rien
- OB : descriptif - objet
- IM : descriptif - Image
- CH : Changement
- T : transformation

P1, P2, P3, P4, P5 Problèmes

modalité:
- 1 Non-Reconstruction
- 2 Partiel
- 4 Reconstruction

T temporel

P procédural

- RI rien
- OB statique - objet
- ET statique - état
- IF initial, final
- RO répétition de l'ét[at]
- DS déséquilibre
- SC succession d'ét[ats]
- Sy Codes symboli[ques]

IA : Implication de l'agent

Co : Codes externes

TRAITEMENT DES POINTS A PLUS DE 2.30 ECARTS-TYPES DU CENTRE

POINTS ELOIGNES :

IDENTIFICATEUR	ABSCISSE	ORDONNEE
P32	-2.205	0.225
P25	0.245	-2.795
P33	-3.005	-.117
P35	-0.033	1.960
P45	-2.019	-3.680
P52	-2.529	1.560

6 POINTS ONT ETE RAMENES SUR LE BORD DU GRAPHIQUE.

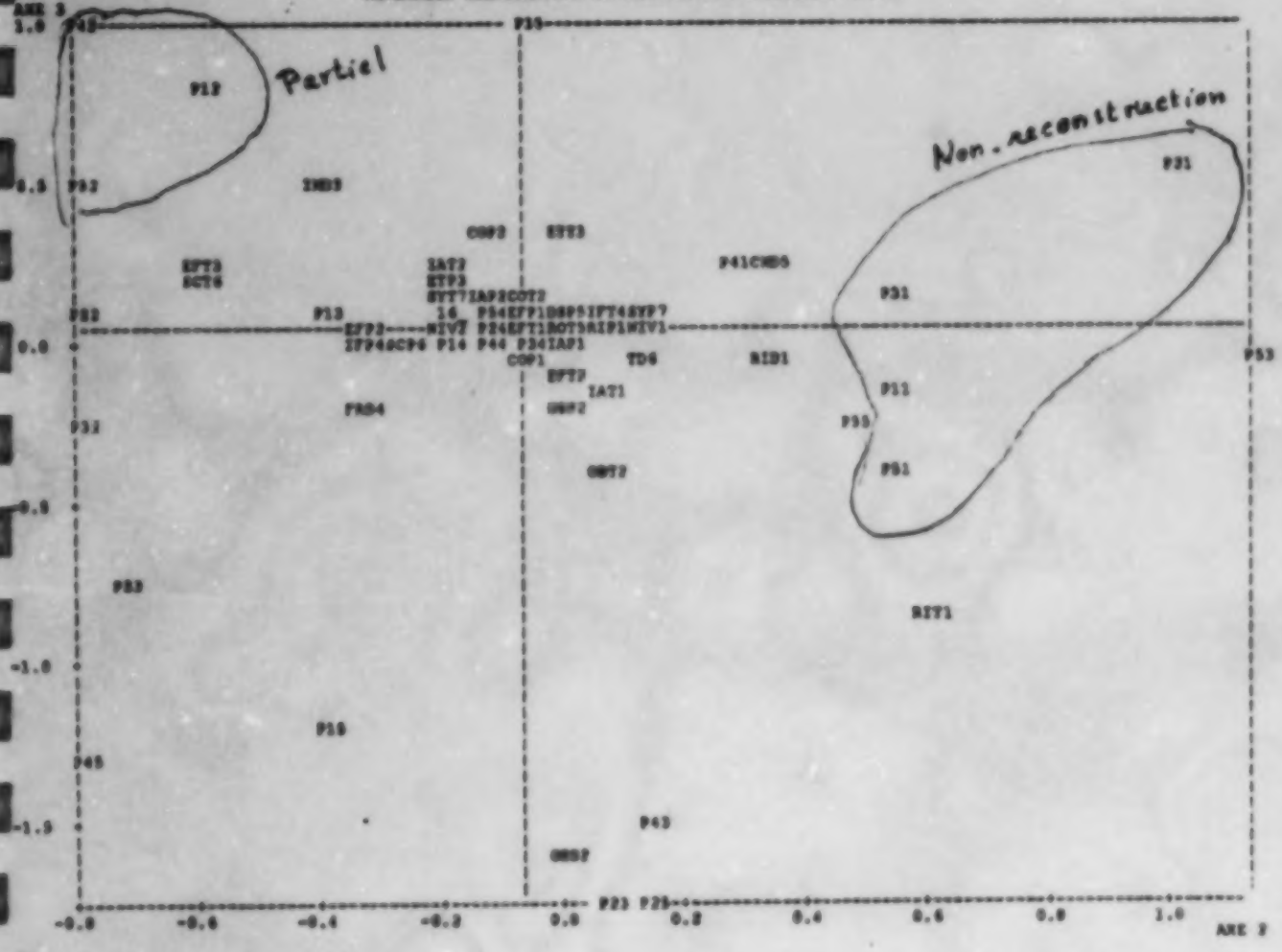
NOMBRE DE POINTS REPRESENTES : 62

POINTS MULTIPLES

POINT VU	ABSCISSE APPROCHEE	ORDONNEE APPROCHEE	NB. DE CACHES	POINTS CACHES
EFT1	-0.01	0.01	3	EFP3 COV1

1 POINTS MULTIPLES, 2 POINTS CACHES

VARIABLES ILLUSTRATIVE ET ACTIVES 2X3 PROBLEMES ACTIFS



TRAITEMENT DES POINTS A PLUS DE 2.30 ECARTS-TYPES DU CENTRE

POINTS ELOIGNES :

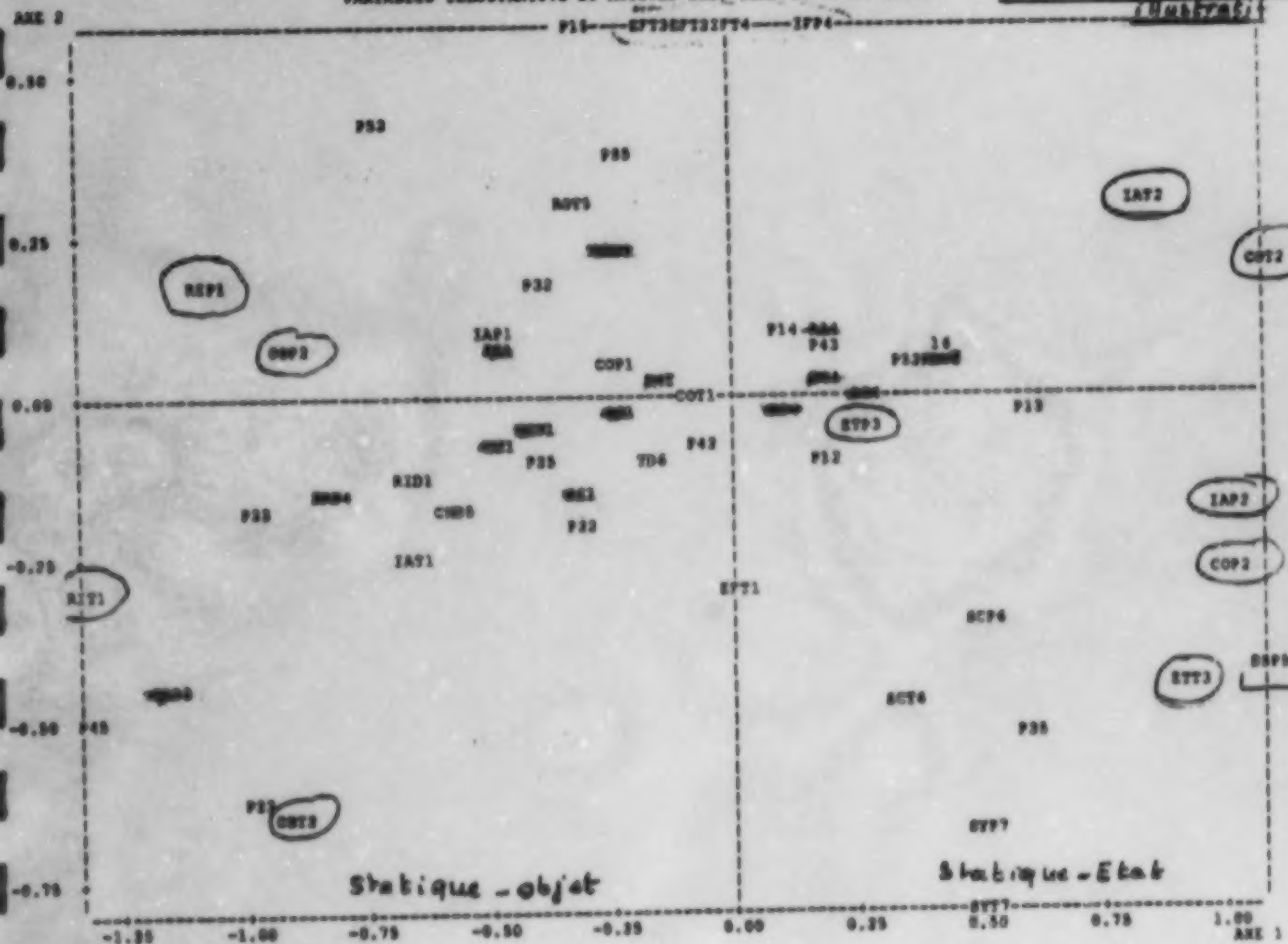
IDENTIFICATEUR	ABSCISSE	ORDONNEE
RIT1	-1.034	-0.336
IFT4	0.112	2.020
EFT2	0.060	2.184
EFT3	-0.479	2.155
COT2	1.934	0.321
IFP4	0.692	1.995

6 POINTS ONT ETE RAMENES SUR LE BORD DU GRAPHIQUE.

NOMBRE DE POINTS REPRESENTES : 50

graphe 2 - Analyse des correspondances / Représentation c Problèmes et discours en illustratif

VARIABLES ILLUSTRATIVE ET ACTIVES 1X2, TEMP ET PROC: ACTIFS



TRAITEMENT DES POINTS A PLUS DE 2.50 ECARTS-TYPES DU CENTRE

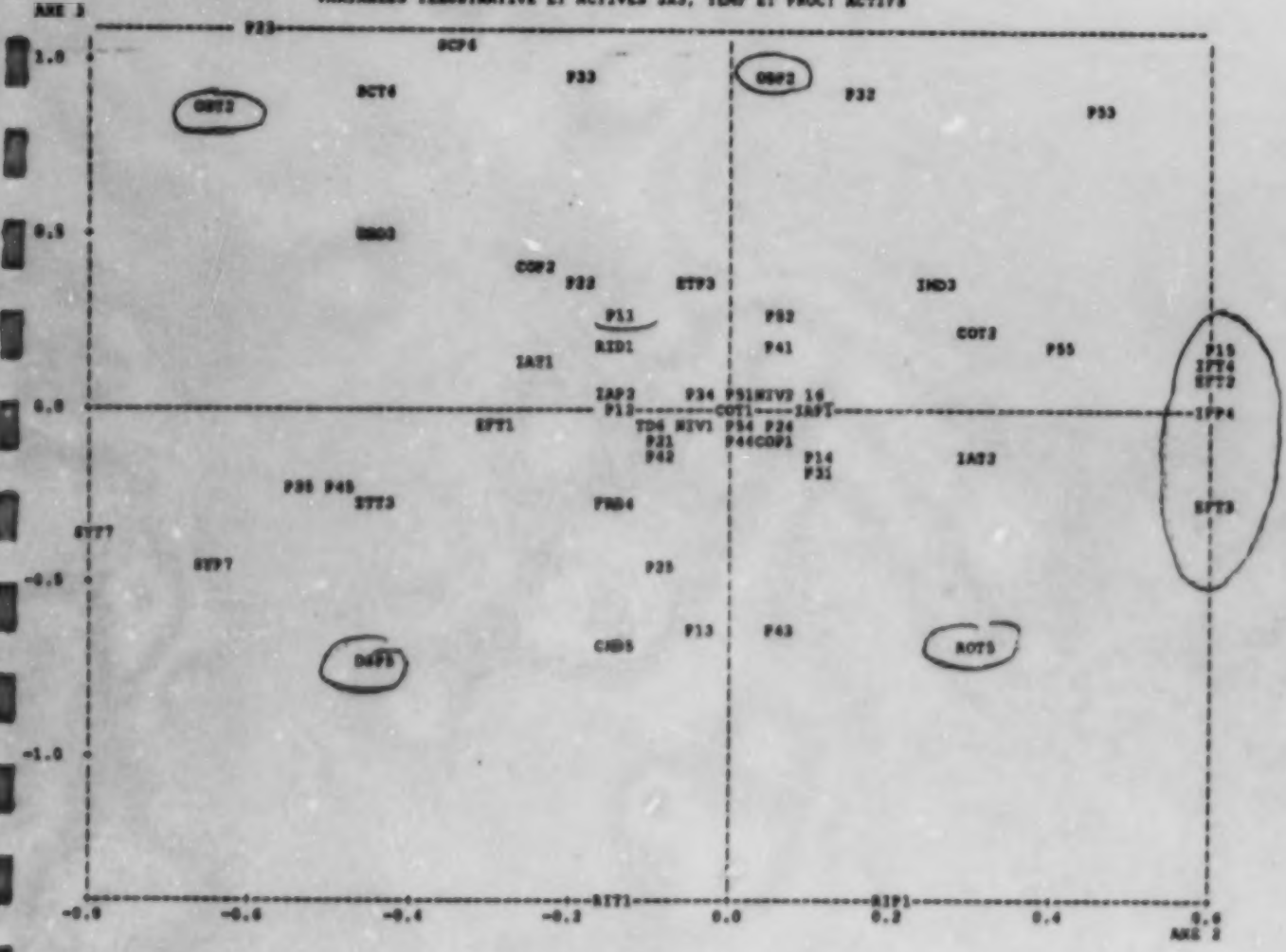
POINTS ELOIGNES :

IDENTIFICATEUR	ABSCISSE	ORDONNEE
RIT1	-0.336	-2.849
IAT4	3.020	0.453
EFT2	3.194	0.320
EFT3	2.159	-0.975
IPP4	1.995	0.656

5 POINTS ONT ETE RAPPELES SUR LE BORD DU GRAPHIQUE.

NOMBRE DE POINTS REPRESENTES : 59

VARIABLES ILLUSTRATIVE ET ACTIVES 2X3, TDM? ET PROC: ACTIFS



NOMBRE DE POINTS A REPRESENTER : 62

TRAITEMENT DES POINTS A PLUS DE 2.50 ECARTS-TYPES DU CENTRE

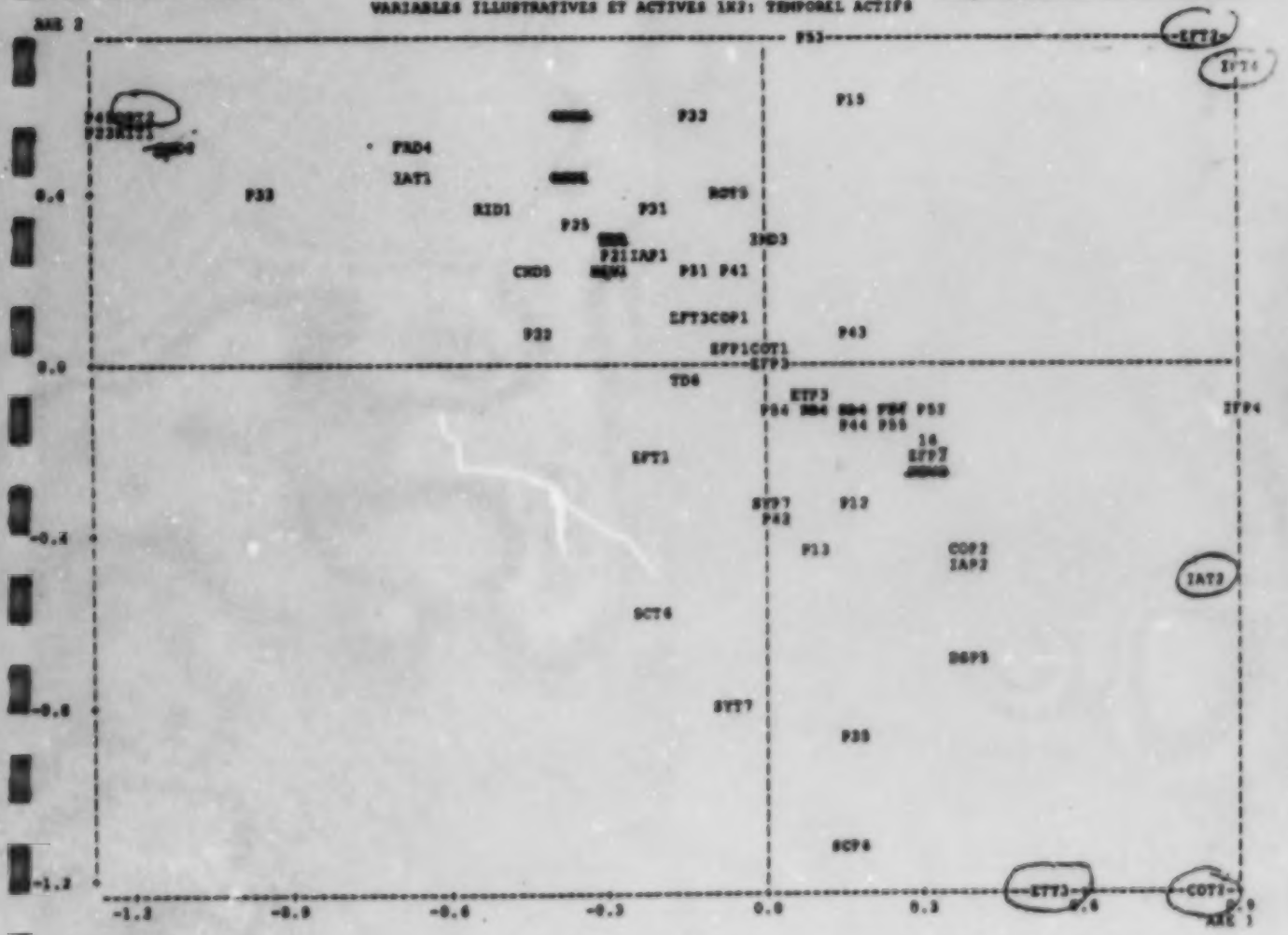
POINTS ELOIGNES :

IDENTIFICATEUR	ABSCISSE	ORDONNEE
IFT4	1.695	1.312
EFT2	1.784	1.814
COT2	1.381	-2.156

3 POINTS ONT ETE RAMENES SUR LE BORD DU GRAPHIQUE.

NOMBRE DE POINTS REPRESENTES : 62 Graphe 3 – Analyse des correspondances / Représentation temporelle act.

VARIABLES ILLUSTRATIVES ET ACTIVES 1&2: TEMPOREL ACTIFS



TRAITEMENT DES POINTS A PLUS DE 3.50 ECARTS-TYPES DU CENTRE

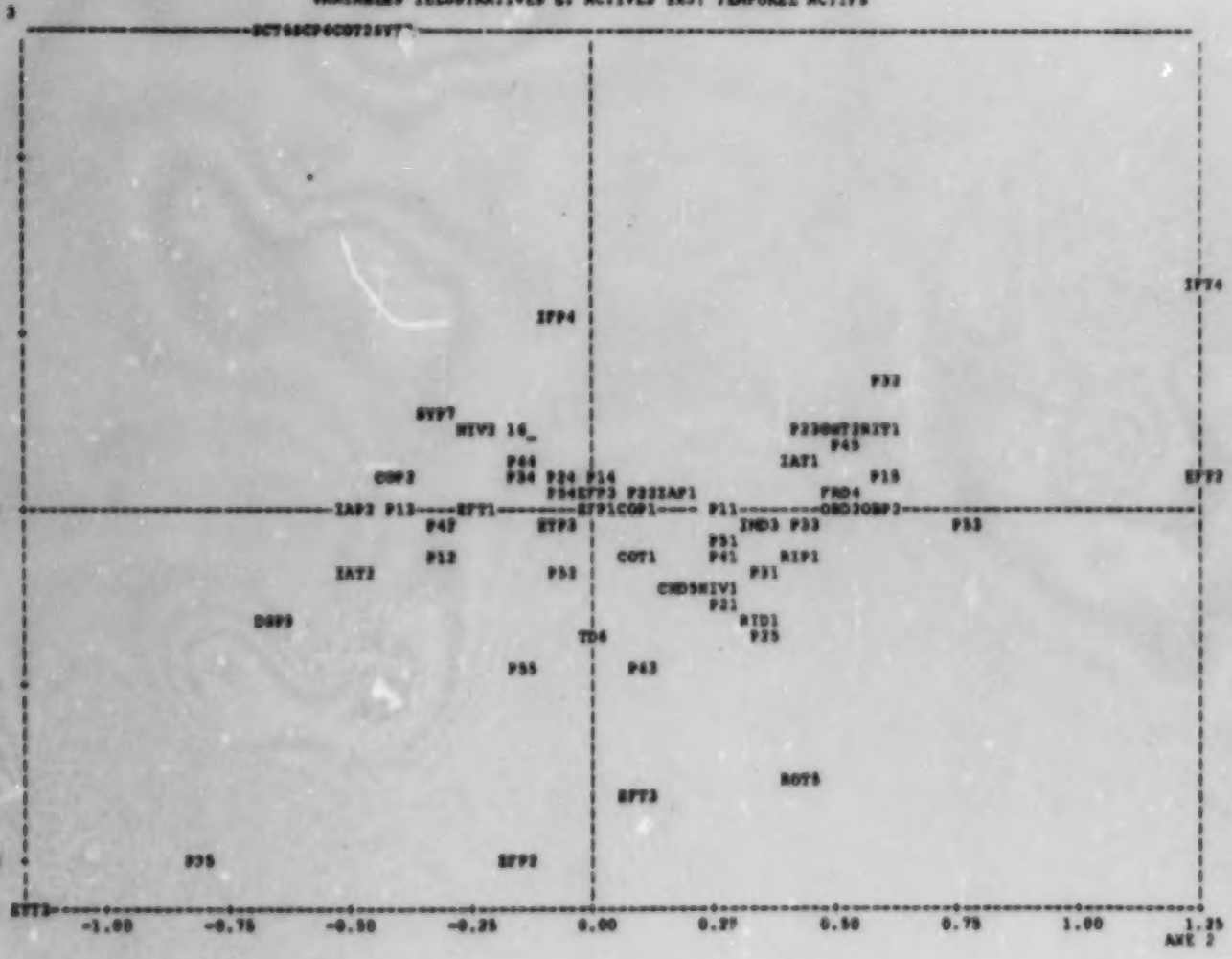
POINTS ELOIGNES :

IDENTIFICATEUR	ABSCISSE	ORDONNEE
SVT7	-0.883	1.930
EFT3	1.814	0.083
COT2	-2.158	4.140
SCP6	-1.135	2.070

4 POINTS ONT ETE RAMENES SUR LE BORD DU GRAPHIQUE.

NOMBRE DE POINTS REPRESENTES : 69

VARIABLES ILLUSTRATIVES ET ACTIVES 2K3: TEMPOREL ACTIFS



NOMBRE DE POINTS A REPRESENTER : 59

TRAITEMENT DES POINTS A PLUS DE 3.30 ECARTS-TYPES DU CENTRE

POINTS ELOIGNES :

IDENTIFICATEUR	ABSCISSE	ORDONNEE
OSP2	-0.979	-1.518
IFP4	0.184	3.536
EFT3	-0.821	1.792

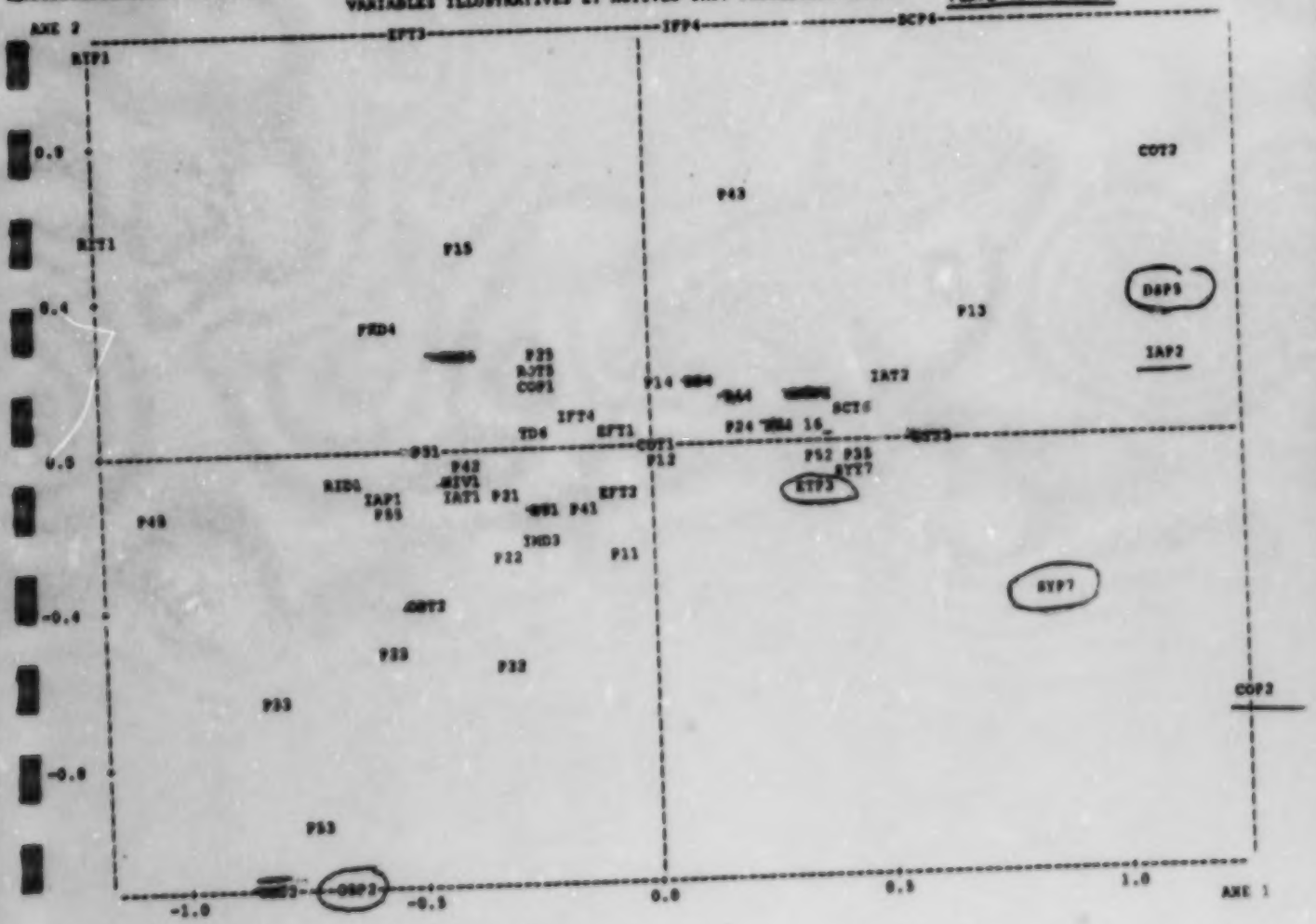
3 POINTS ONT ETE RAMENES SUR LE BORD DU GRAPHIQUE.

NOMBRE DE POINTS REPRESENTES : 59

Graphe 4 : Analyse des correspondances – Représentation précéd.

VARIABLES ILLUSTRATIVES ET ACTIVES 1X2: PROCEDURAL ACTIFS

rale active



TRAITEMENT DES POINTS A PLUS DE 3.30 ECARTS-TYPES DU CENTRE

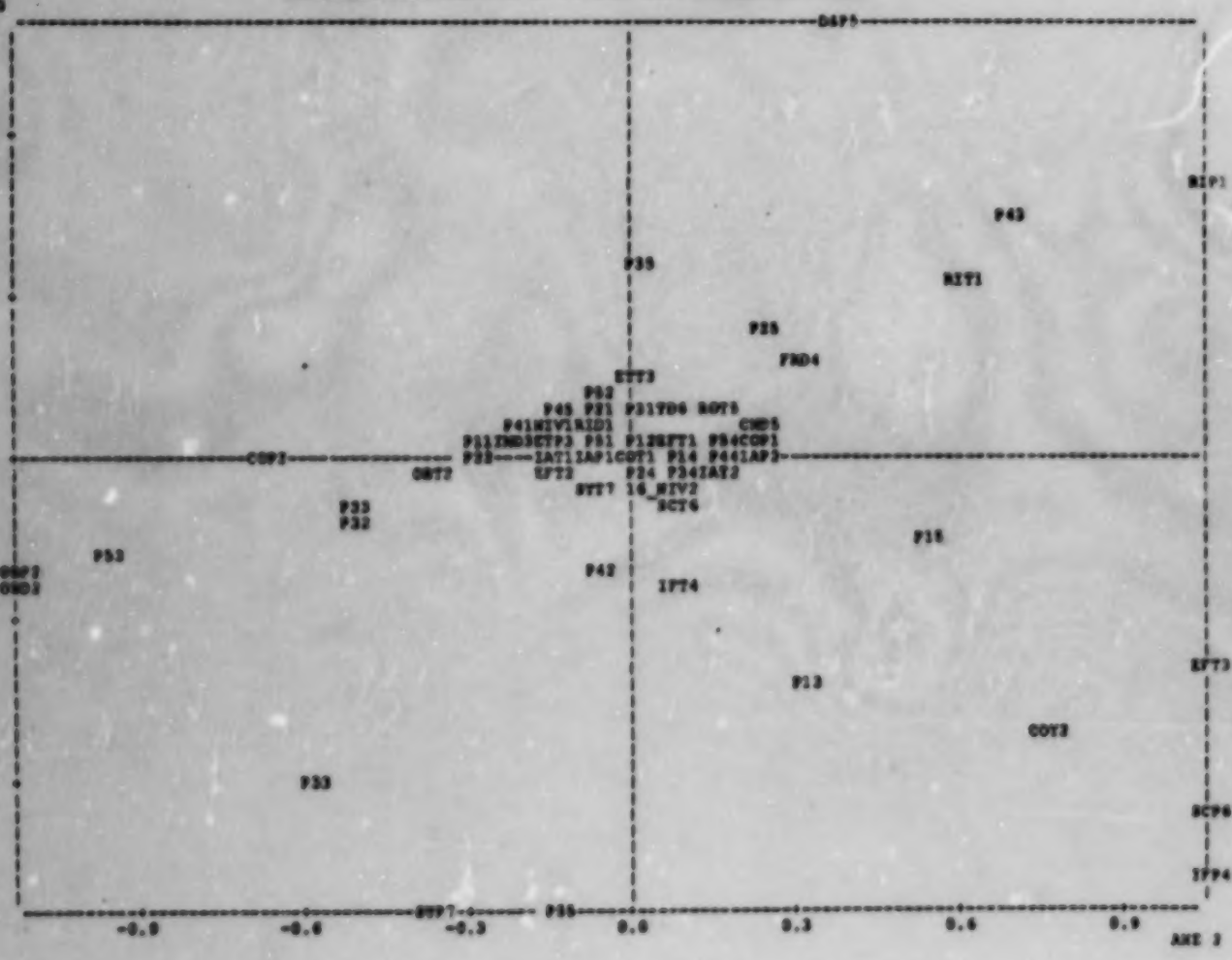
UNITE ELIMINEE :

IDENTIFICATEUR	ABSCISSE	ORDONNEE
1892	-1.519	-0.504
1794	3.536	-0.105
8197	-0.380	-1.634
8[illegible]9	1.792	-1.131

4 POINTS ONT ETE RAMENES SUR LE BORD DU GRAPHIQUE.

NOMBRE DE POINTS REPRESENTES : 89

VARIABLES ILLUSTRATIVES ET ACTIVES 2X3: PROCEDURAL ACTIFS



la nouvelle typologie des représentations

NOMBRE DE POINTS A REPRESENTER : 62

TRAITEMENT DES POINTS A PLUS DE 3.30 ECARTS-TYPES DU CENTRE

POINTS ELOIGNES :

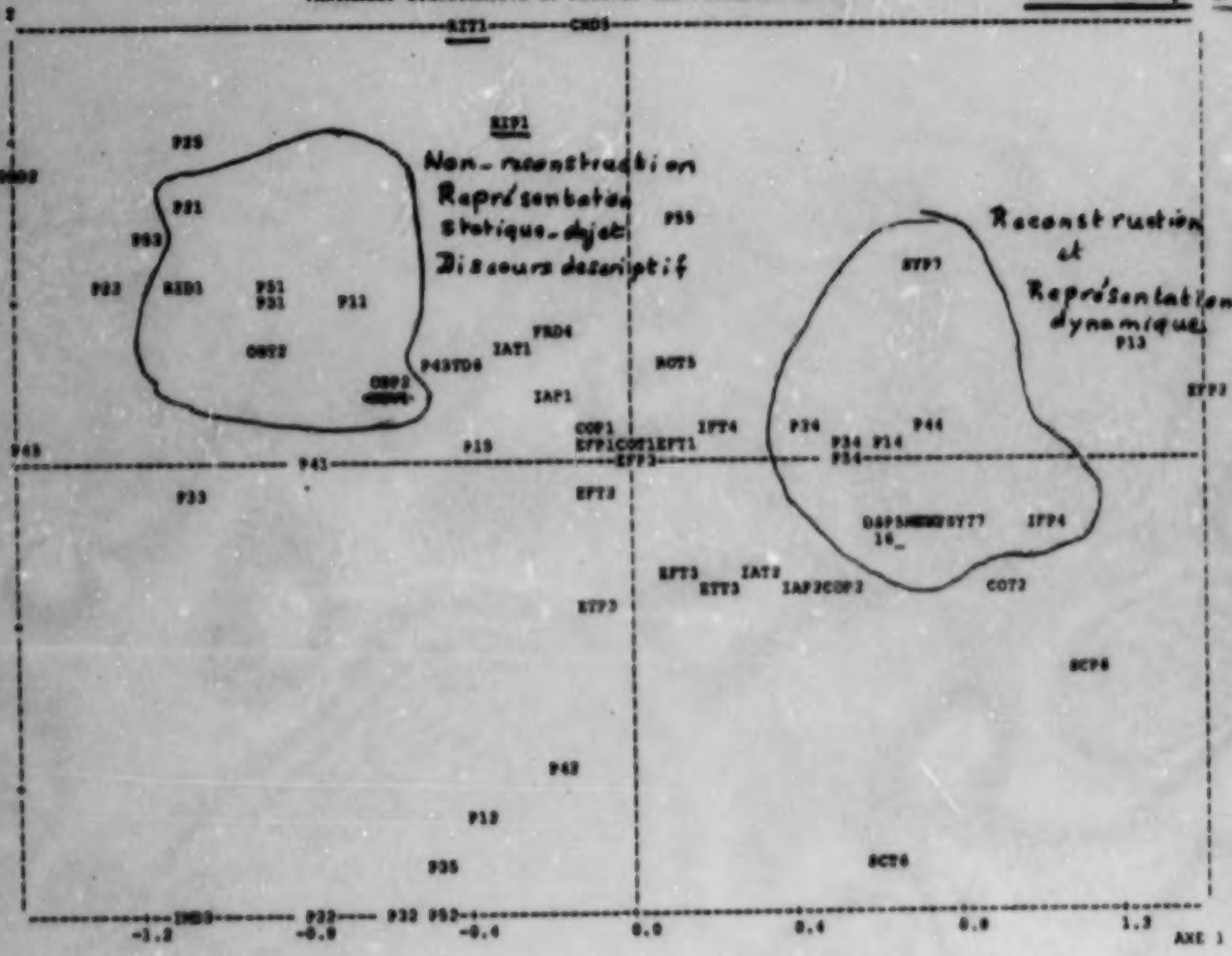
IDENTIFICATEUR	ABSCISSE	ORDONNEE
P22	-1.602	-2.126
P32	-1.375	-2.292
P52	-1.335	-2.783
RIT1	-0.872	2.226
ORD2	-1.905	0.874

5 POINTS ONT ETE RAMENES SUR LE BORD DU GRAPHIQUE.

NOMBRE DE POINTS REPRESENTES : 62

Graphe 5 - Problèmes actifs / représentation et discours en acti

VARIABLES ILLUSTRATIVE ET ACTIVES 1X2 PROBLEMES ACTIFS



TRAITEMENT DES POINTS A PLUS DE 2.30 ECARTS-TYPES DU CENTRE

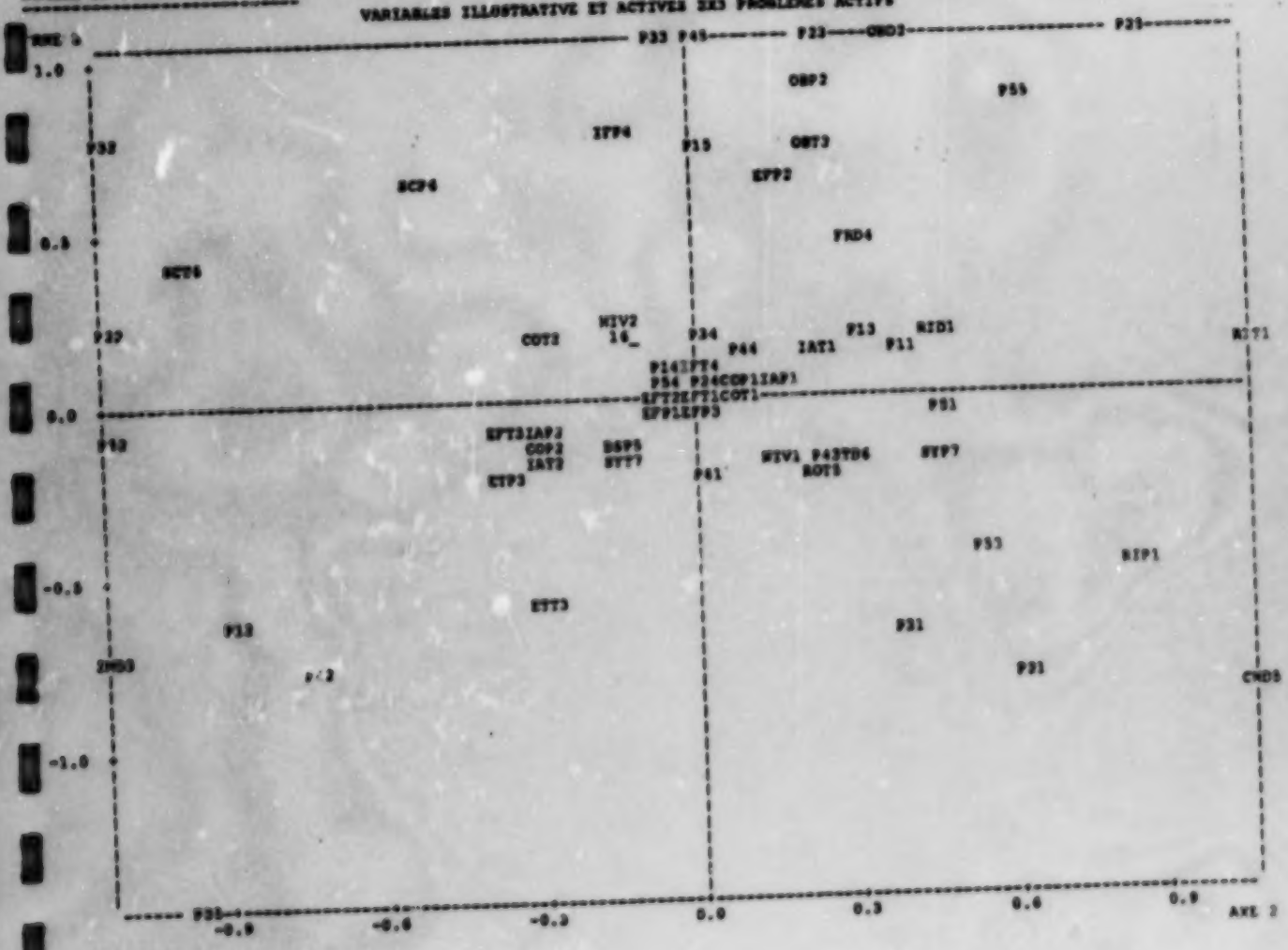
POINTS ELOIGNES :

IDENTIFICATEUR	ABSCISSE	ORDONNEE
P32	-2.126	0.434
P33	0.443	2.182
P32	-2.292	1.654
P33	-0.064	2.713
P45	0.048	2.571
P52	-2.783	-0.277
RIT1	2.276	0.255
ORD2	0.874	2.696

8 POINTS ONT ETE RAMENES SUR LE BORD DU GRAPHIQUE.

NOMBRE DE POINTS REPRESENTES : 62

VARIABLES ILLUSTRATIVE ET ACTIVES 2X3 PROBLEMES ACTIFS



Caractérisation des types de représentations par les autres variables

CARACTERISATION PAR LES MODALITES
DES CLASSES OU MODALITES DE : Representation temporelle

MODALITES CARACTERISTIQUES		IDEN	POURCENTAGES CLA/MOD	POURCENTAGES MOD/CLA	POIDS GLOBAL	V.TEST	PROB
Bien temp.		RIT1		2.89	9		
Representation temporelle	Bien temp.	RIT1	100.00	100.00	2.89	9	6.03 0.00
Representation Procedurale	Bien procedural	RIP1	14.81	80.00	15.61	27	2.85 0.00
Statique objet temp.		OBT2		20.23	35		
Representation temporelle	Statique objet temp.	OBT2	100.00	100.00	20.23	35	12.74 0.00
Implication de l'agent dans temporel	Absence	IAT1	37.23	100.00	54.34	94	6.65 0.00
Probleme 1 : bilan	Non reconstructeur	P11	41.51	62.86	30.64	53	4.28 0.00
Niveau	Premier Ordre	NIV1	30.77	80.00	52.60	91	3.54 0.00
Probleme 4 : mise en benefit	Non reconstructeur	P41	33.33	42.86	38.15	66	3.14 0.00
Representation Procedurale	Statique objet proce	OBP2	43.33	37.14	17.34	30	3.03 0.00
Efforage pour revenir a du statique dans temporel	Absence	EFT1	23.83	100.00	97.86	152	2.50 0.00
Probleme 3 : questions mals	Quasi-reconstructeur	P33	80.00	11.43	2.89	5	2.50 0.00
Probleme 2 : questions mals	Quasi-reconstructeur	P23	100.00	8.57	1.73	3	2.42 0.00
Statique etat temp.		ETT3		22.54	39		
Representation temporelle	Statique etat temp.	ETT3	100.00	100.00	22.54	39	13.13 0.00
Implication de l'agent dans temporel	Presence	IAT2	41.77	84.62	45.66	79	5.51 0.00
Implication de l'agent dans procedural	Presence	IAP2	48.00	61.54	34.68	60	3.74 0.00
Representation Procedurale	Dynamique desc. situ	DSP5	50.00	38.31	12.72	22	3.04 0.00
Probleme 3 : questions mals	Ambigu	P35	83.33	12.82	3.47	6	2.83 0.00
Efforage pour revenir a du statique dans temporel	Absence	EFT1	25.66	100.00	97.86	153	2.73 0.00
Dynamique desc. situ		IFT4		13.29	23		
Representation temporelle	Dynamique desc. situ	IFT4	100.00	100.00	13.29	23	11.14 0.00
Efforage pour revenir a du statique dans temporel	Presence	EFT1	68.42	56.52	10.98	19	5.91 0.00
Dynamique desc. situ		ROT5		23.70	41		
Representation temporelle	Dynamique desc. situ	ROT5	100.00	100.00	23.70	41	13.31 0.00
Dynamique deroulement		DCT6		10.40	18		
Representation temporelle	Dynamique deroulement	DCT6	100.00	100.00	10.40	18	10.27 0.00
Representation Procedurale	Dynamique deroulement	DCP6	100.00	16.67	1.73	3	3.10 0.00

MODALITES CARACTERISTIQUES		IDEN	POURCENTAGES CLA/MOD	POURCENTAGES MOD/CLA	POIDS GLOBAL	V.TEST	PROB
Dynamique represente		RYT7		6.94	12		
Representation temporelle	Dynamique represente	RYT7	100.00	100.00	6.94	12	9.76 0.00
Niveau	Premier Ordre	NIV2	12.20	83.33	47.40	82	2.33 0.01

CARACTERISATION PAR LES MODALITES
DES CLASSES C/ MODALITES DE : Representation Procedurale

MODALITES CARACTERISTIQUES		IDEN	POURCENTAGES CLA/MOD	POURCENTAGES MOD/CLA	POIDS GLOBAL	V.TEST	PROB
Bien procedural		BIP1			15.61	27	
Representation Procedurale	Bien procedural	BIP1	100.00	100.00	19.61	27	11.75 0.00
Implication de l'agent dans procedural	Absence	IAP1	23.89	100.00	65.32	113	4.53 0.00
Implication de l'agent dans temporel	Absence	IAT1	23.40	81.48	54.34	94	2.96 0.00
Representation temporelle	Bien lexp.	BIT1	80.00	14.81	2.89	5	2.85 0.00
Codes externes venant accentuer le chang. dans procedu	Absence	COP1	19.15	100.00	81.50	141	2.82 0.00
Niveau	Premier annee	NIV1	23.08	77.78	52.60	91	2.70 0.00
Discours	Symboles / superpo	CND5	41.18	29.93	9.83	17	2.46 0.00
Statique objet proce		OBP2			17.34	30	
Representation Procedurale	Statique objet proce	OBP2	100.00	100.00	17.34	30	12.16 0.00
Implication de l'agent dans procedural	Absence	IAP1	25.66	96.67	65.32	113	4.20 0.00
Implication de l'agent dans temporel	Absence	IAT1	27.66	86.67	54.34	94	3.08 0.00
Representation temporelle	Statique objet temp.	OBT2	37.14	43.33	20.23	35	3.03 0.00
Discours	Descriptif objet dis	OBD2	80.00	13.33	2.89	5	2.71 0.00
Probleme 3 : equations mots	Quasi-recommandeur	P33	80.00	13.33	2.89	5	2.71 0.00
Statique etat proced		ETP3			43.35	75	
Representation Procedurale	Statique etat proced	ETP3	100.00	100.00	43.35	75	14.97 0.00
Dynamique desc. situ		IFP4			4.05	7	
Representation Procedurale	Dynamique desc. situ	IFP4	100.00	100.00	4.05	7	7.01 0.00
Dynamique desc. situ		DSP5			12.72	22	
Representation Procedurale	Dynamique desc. situ	DSP5	100.00	100.00	12.72	22	10.97 0.00
Implication de l'agent dans procedural	Presence	IAP2	26.67	77.73	34.68	60	3.68 0.00
Implication de l'agent dans temporel	Presence	IAT2	31.52	77.27	45.66	79	2.99 0.00
Representation temporelle	Statique etat temp.	ETT3	28.21	50.00	22.54	39	2.84 0.00
Discours	Pas mots manquants	16	18.89	77.27	52.02	90	2.35 0.00
Niveau	Deuxieme annee	NIV2	19.51	72.73	47.40	82	2.34 0.01
Dynamique deroulemen		SCP6			1.73	3	
Representation Procedurale	Dynamique deroulemen	SCP6	100.00	100.00	1.73	3	4.72 0.00
Representation temporelle	Dynamique deroulemen	SCT6	16.67	100.00	10.40	18	3.10 0.00

MODALITES CARACTERISTIQUES		IDEN	POURCENTAGES CLA/MOD	POURCENTAGES MOD/CLA	POIDS GLOBAL	V.TEST	PROB
Dynamique represente		RVP7			5.20	9	
Representation Procedurale	Dynamique represente	RVP7	100.00	100.00	5.20	9	7.79 0.00

ANNEXE 7

ANNEXE 7

PROTOCOLE D'EXPÉRIMENTATION POUR L'INTERVENTION SUR MICRO-ORDINATEUR

A) Description de l'animation p. 3

B) Protocole

(1) Présentation p. 4

(2) Discours sur l'animation p. 4
- après animation 1
- après animation 2

(3) Introduction de la tâche p. 4

(4) La lettre p. 5

(5) Le dessin p. 5

(6) Introduction des photos p. 5

(7) Mise en situation pour le choix des photos: p. 5
version image par image
version porte-folio

- démonstration par l'animateur

- choix anticipé:
(version porte-folio: avec support du porte-folio)
(version image par image: sans support)

(8) Première sélection (choix de n photos dans 28 photos) p. 6

(9) Revue p. 7
- cas $n > 9$, suite au #10
- cas $5 \leq n < 9$, suite au #11
- cas $n < 5$, suite au #12

(10) Sélection subséquente (cas $n > 9$) p. 7
- cas $n > 9$ blocage (1-2-3 blocages)
- cas $n > 9$ 4e blocage
- cas $n \leq 9$ après 1-2-3 blocages

(11) Réduction (cas $5 \leq n < 9$) p. 9
version image par image
version porte-folio

- réduction par l'enfant, revue
- réduction par l'animateur

(12) Vraies photos (cas $n < 5$) p. 10

(13) Question de la fin p. 11

Appendice: photos de l'animation p. 11

A) Description de l'animation

L'animation présentée aux enfants est constituée de 28 images. Une version de celle-ci est présentée *sans son*, et une autre *avec son*.

Version sans son

Sur la première image, à la gauche de l'écran, il y a une table avec x[1] pommes. À la seconde image, un monsieur apparaît de profil à la droite de l'écran, avec un panier dans sa main gauche. Il se dirige vers la table, et passe ensuite devant cette table –de la 5e à la 9e image– en cachant graduellement les pommes qui s'y trouvent. Le monsieur se tourne alors en cachant entièrement les pommes –images 10 à 12– et nous l'apercevons de dos. Il lève son panier; il le vide sur la table –à la 13e image. Il redescend ensuite son panier et le prend dans sa main droite. Il se tourne de nouveau de profil et se dirige vers la droite en laissant réapparaître les pommes sur la table –images 19 à 24. Il dégage entièrement la table à la 25e image; il y a alors y pommes. Le monsieur poursuit son chemin et à la dernière image il n'y a plus que la table avec les y pommes.

Version avec son

La même séquence que dans l'animation *sans son* est présentée à l'enfant. Toutefois, elle s'en distingue par la reproduction sonore du bruit des pas du monsieur, ainsi que par le bruit des pommes versées sur la table.

---

1 Le nombre de pommes sur la table a changé au cours de l'expérimentation.
version 1 : $x = 5$ $y = 10$ version 2 : $x = 5$ $y = 11$

PROTOCOLE TYPE

(1) **Présentation** (correspondant à la touche [F_1] sur ordinateur)

"Veux-tu écrire ton nom? Ton âge? Ton degré?"

"J'ai préparé une animation pour toi."
"Veux-tu la voir?"
"Appuie là –on lui montre la touche [F_1]– et si tu veux la revoir, tu pourras appuyer encore là quand tu voudras."
"Observe bien cette bande animée..."

Animation touche [F_1] : On visionne l'animation

(2) **Discours sur l'animation**

"Veux-tu la revoir?"
Si l'enfant répond oui: "O.K. mais avant, peux-tu me raconter ce qui s'est passé dans l'animation?"
Si l'enfant répond non: On rappelle qu'il peut la revoir et on le fait appuyer sur la touche [F_1].

Il la revoit. Après on pose la question:
"Combien...?" (si la question est pertinente) en s'ajustant à la formulation de l'enfant sur l'animation (1ère question).
(Exemple: Combien le monsieur a-t-il apporté de pommes?)
N.B.: Si la question "combien" est non pertinente, on ne pose pas cette 2e question.

(3) **Introduction de la tâche** : Envoie à un ami de l'information relative à ce qui s'est passé dans l'animation.

"On a un ami qui habite loin dans un autre pays. On voudrait lui envoyer l'animation mais on ne peut pas car il n'a pas d'ordinateur. Qu'est-ce qu'on pourrait faire pour que notre ami comprenne ce qui s'est passé dans l'animation? Qu'est-ce qu'on pourrait lui envoyer?"

(4) Lettre

Si l'enfant suggère la lettre:

On lui propose d'écrire et il nous dit quoi écrire.
On précise. "Tu me dis quoi écrire, mais il faut que mon ami comprenne bien ce qui s'est passé dans l'animation."

Si l'enfant ne suggère pas la lettre spontanément:

"Si je lui écrivais une lettre pour lui raconter ce qui s'est passé dans l'animation, penses-tu que mon ami comprendrait bien? Peux-tu me dire ce que tu lui écrirais...?"

(5) Dessin

"Si tu faisais un dessin, qu'est-ce que tu ferais pour que notre ami comprenne bien ce qui s'est passé dans l'animation? Fais-le."

(6) Introduction des photos

"Si, en plus, j'envoyais des photos, mon ami comprendrait-il mieux? J'ai des images de l'animation et je connais un moyen de prendre des photos dans la télévision.
Tu peux choisir celles qui racontent bien l'animation et on les enverra dans la lettre.

(7) Mise en situation pour le choix d'images

Version image par image (correspondant à la touche [F_2] sur ordinateur)

- Faire passer les 28 photos (touche F_2) sur l'ordinateur et prendre 2 photos (choix par l'animateur).
(S'assurer que l'enfant regarde bien les photos). On procède de la façon suivante:
Pendant que les photos démarrent à l'écran, l'animateur parle.

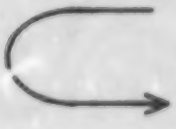
"Voilà, ce sont les images de l'animation. Je vais te montrer comment on prend des photos".
L'animateur prend 2 photos (choisies à la table, lorsque le bonhomme cache les pommes).
"C'est comme ça que je prends une photo. Tu vois il y a un cadre jaune qui apparaît à l'ordinateur quand je prends une photo."
"Tiens, j'en prends une autre. C'est comme ça."
"Moi j'ai pris 2 photos mais c'était juste pour te montrer et non pour que ça raconte bien ce qui se passe dans l'animation. C'est toi maintenant qui doit choisir."

- Choix anticipé: "Peux-tu me dire lesquelles tu choisirais pour que ça raconte bien ce qui se passe dans l'animation?"

Version porte-folio

- "Tu vois sur le mur, j'ai placé des photos de l'animation."

Avec un mouvement de la main dans le sens de la flèche, présentation des 28 photos avec arrêt aux 2 photos devant la table.



"Parmi toutes ces photos, tu choisis celles qui racontent bien l'animation et on les enverra dans la lettre."
"Tu vois, je pourrai choisir celle-là... celle-là..."
"Les deux photos que j'ai choisies c'était juste pour te montrer comment on choisit et non pas pour que ça raconte bien ce qui se passe dans l'animation. C'est toi qui doit choisir."

- Choix anticipé sur porte-folio: "Peux-tu me dire lesquelles tu choisirais pour que ça raconte bien ce qui se passe dans l'animation?"

(8) Première sélection dans 28 photos (touche F_2) : on passe alors à la sélection des photos par l'enfant sur l'ordinateur.

Note: Plusieurs cas peuvent se produire à la sélection, dépendant du nombre de photos qui sont retenues par l'enfant (n). Nous reprendrons les différents cas à la suite de la revue (9).

(9) **Revue** (correspondant à la touche [F_7] sur ordinateur)

"Les photos que tu as choisies racontent-elles bien ce qui se passe dans l'animation?"
"O.K., pour vérifier on va revoir tes photos. Quand tu les verras, tu me raconteras ce qui se passe, ce que ça raconte."
(On appuie sur la touche [F_7] pour la revue des photos: les photos choisies repassent alors à l'écran avec des noirs sur les photos non retenues).
Il y a possibilité d'interventions de l'interviewer pour faire raconter l'enfant tout au long de la revue et faire parler sur les noirs.

Interventions du type: "Raconte-moi ce qui se passe."

Avec son: "Qu'est-ce que j'entends? Pourquoi c'est noir?"
En cours de route: "Où est rendu le bonhomme?"

Sans son: "Pourquoi c'est noir?"
En cours de route: "Où est rendu le bonhomme?"

Pour le cas $n > 9$, passer à la sélection subséquente (10).
Pour le cas où $5 \leq n < 9$, passer à la réduction (11).
Pour le cas où $n < 5$, passer aux vraies photos (12).

(10) Sélection subséquente

Cas $n > 9$. Lors de la revue des photos, il y a alors blocage.
Intervention: "L'ordinateur ne peut les accepter, tu en a pris trop. Recommence et prends-en moins" (en général on reprend ce qui est écrit sur l'ordinateur: l'ordinateur dit qu'il ne peut pas accepter les choix...).
Recommencer la sélection dans les 28 photos deux fois si nécessaire (Touche F_2).

Dans le cas où $n > 9$: si l'enfant sélectionne encore plus de 9 photos, il y a blocage de nouveau cette fois à la sélection; passer alors au paragraphe suivant: cas $n > 9$, 2e - 3e blocages.

Dans le cas où $n < 9$: passer alors au paragraphe: cas $n \leq 9$; après 1er, 2e, 3e blocages.

- **Cas n > 9, 3e - 4e blocages.**

  Rappel de la tâche: "Il faut prendre des photos qui racontent bien ce qui se passe."

  Contrainte verbale: "L'ordinateur ne peut en prendre beaucoup. Si on en prend trop, la lettre sera trop épaisse et pourra se briser dans la poste."

  Il y a possibilité de faire raconter de nouveau avant de choisir.
  Puis on fait faire une nouvelle sélection dans les 28 photos (touche F_2).

- **Dans le cas où n > 9 après cette nouvelle sélection: passer au paragraphe: n > 9; après 4e blocage, fin de l'intervention sur ordinateur, on passe à la suite de l'entrevue.**

- **Dans le cas où n < 9 : passer alors au paragraphe cas n ≤ 9, après 1er, 2e, 3e blocages**

- **Cas n > 9, après 4e blocage, FIN de l'intervention.**

  "Peux-tu me dire combien il y avait de pommes sur la table au début?"
  "Combien le bonhomme en a apporté?"
  "Combien de pommes y a-t-il après?"

  Discussion.

- **Cas n ≤ 9, après 1er, 2e, 3e blocages.**
  On passe alors les photos sélectionnées (revue) (correspondant à la touche [F_7] sur ordinateur).
  "Est-ce que les images que tu as choisies racontent bien l'histoire...?"
  (Susciter explications sur choix antérieurs).
  "Pourquoi en avais-tu choisi autant avant?"
  Ici il y a possibilité de recommencer une nouvelle sélection de photos au besoin (touche F_2).

Si dans ce cas $n > 9$: passer alors au paragraphe: $n > 9$, après 4e blocage.
ou $5 < n < 9$: passer alors à la réduction.
ou $n \leq 5$: passer aux vraies photos.

(11) **Réduction** : cas $5 < n \leq 9$

Version image par image

"Penses-tu qu'on peut prendre moins de photos, mais que ça raconterait quand même bien ce qui s'est passé dans l'animation?"

- Si l'enfant répond "oui", on lui fait de nouveau sélectionner les photos (réduire) (correspondant à la touche [F_3] sur ordinateur).

Dans le cas où $n > 5$: essayer nouvelle réduction (3 réductions sont possibles) en précisant la contrainte verbale.

Retour à la tâche: "... ça raconte bien ce qui se passe... mon ami va toujours comprendre?"

Si $n > 5$ après 3 sélections, passer au paragraphe: choix de l'animateur et on passe alors à la revue des photos sélectionnées (touche F_7)

Dans le cas $n \leq 5$: passer aux vraies photos (12).

- Si l'enfant répond "non", passer au paragraphe: choix de l'animateur.

Version porte-folio: retour au tableau

- L'animateur abat les portes des photos non choisies. Les photos sélectionnées par l'enfant sont donc seules visibles.
"Penses-tu que tu pourrais en choisir moins et que mon ami comprendrait quand même bien ce qui s'est passé dans l'animation?"
Si oui: "Lesquelles tu choisirais?"
Si l'enfant répond "oui", on fait une nouvelle sélection (réduction) parmi les photos sélectionnées par l'enfant. Différents cas peuvent alors se produire.

Dans le cas où $n > 5$: voir cas $n > 5$ ci-dessus (image par image)

Dans le cas $n \leq 5$: voir cas $n \leq 5$ ci-dessus (image par image)

- Si l'enfant répond "non", passer au paragraphe: choix de l'animateur.

Choix de l'animateur

L'enfant ne veut ou ne peut réduire ($5 < n \leq 9$).
Il y a alors réduction par l'animateur du nombre de photos retenues par l'enfant, à partir des vraies photos.

Rappel de la tâche: ici intervention sur les photos réelles (vue globale des photos...). "Est-ce que si on envoie celles-là, ça raconte bien...?"
N.B.: Les photos que l'interviewer choisit doivent provoquer un conflit chez l'enfant pour l'obliger à préciser son choix.

Si l'enfant répond "oui" à la question précédente, passer au vraies photos (12).
Si l'enfant répond "non": "Pourquoi? Quelles photos tu enverrais?" (son choix antérieur est toujours là... photos réelles...). Deux cas peuvent alors se produire quant à son choix.

Dans le cas où $n \leq 5$: passer au vraies photos (12).

Dans le cas où $n > 5$: passer aux questions de la fin (13).

(12) Vraies photos en désordre

L'animateur présente les vraies photos telles que sélectionnées (à la toute fin du processus de réduction) à l'enfant (version porte-folio, l'animateur détache les photos du tableau et procède).

L'animateur peut intervenir selon le point 1 ou 2.

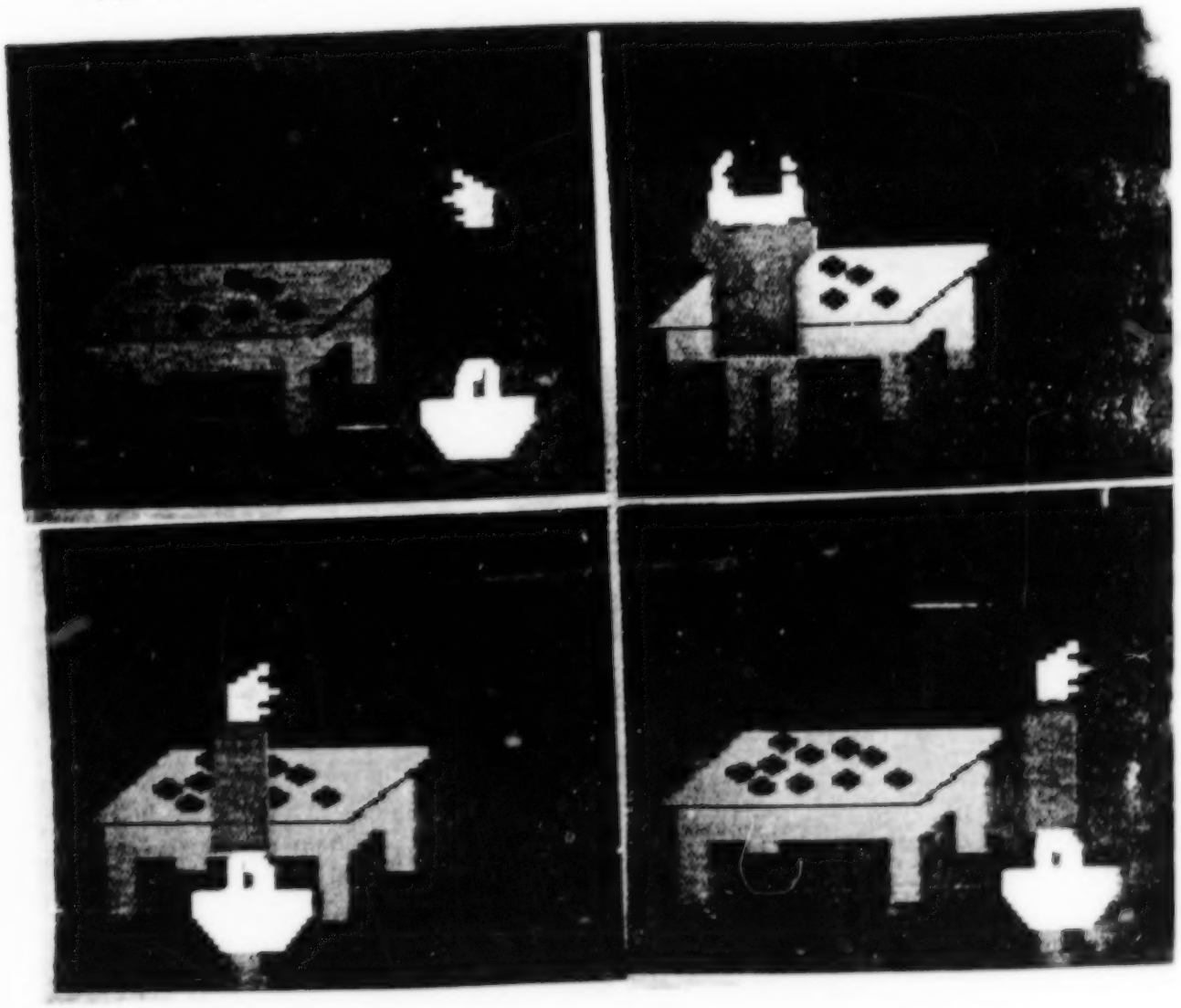
1) "Arrange-les sur la table comme ton ami les mettrait pour raconter ce qui s'est passé."
   "Pourrait-on en envoyer moins?"
   Oui –> On réduit de nouveau
   Non –> L'animateur en choisit 3: "Qu'est-ce que tu en penses?"

2) "Tu es l'ami qui reçoit les photos. Arrange-les sur la table et raconte ce qui se passe."
   "Pourrais-tu en choisir encore moins?"
   Oui –> On réduit de nouveau
   Non –> L'animateur en choisit 3: "Qu'est-ce que tu en penses?"

(13) Questions de la fin

1) Combien de pommes y a-t-il dans le panier ?
2) Combien y a-t-il de pommes en tout ?
3) Combien de pommes y a-t-il dans le panier ?

Appendice photos de l'animation



ANNEXE 8

Évolution pré et post-tests,
résultats des analyses de correspondance

ANNEXE 8

1. Analyse des correspondances : variables au prétest actives / groupe et post-test en illustratives

PROCEDURE ** CORMU **
-----ANALYSE DE CORRESPONDANCE PRETES NIV=1-----

COORDONNEES ET VALEURS-TEST DES MODALITES SUR LES AXES 1 A 5

MODALITES				COORDONNEES					VALEURS-TEST				
IDEN - LIBELLE	EFF.	P.ABS	DISTO	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
variables actives contribuant à chacun des axes													
3 . Problème 1 : billes (PRE)													
P11a - Non reconstructeur a	32	32.00	1.56	0.56	-0.60	-0.19	-0.16	0.00	4.0	-4.3	-1.4	-1.2	0.0
P12a - Partiel (PRE)	10	10.00	3.56	0.50	0.97	0.29	0.20	-0.20	2.4	4.7	1.4	0.9	-1.4
P13a - Quasi-reconstructeur	2	2.00	40.00	-1.78	-0.26	1.02	-0.31	0.64	-2.5	-0.4	1.4	-0.4	0.9
P14a - Reconstructeur (PRE)	26	26.00	2.15	-0.02	0.07	0.20	0.24	-0.21	-0.1	0.4	1.2	1.4	-1.3
P15a - Ambigu (PRE)	4	4.00	19.50	-0.43	0.10	-1.58	-0.98	2.33	-0.9	0.2	-3.2	-2.0	4.7
4 . Problème 2 : equations mots (PRE)													
P21a - Non reconstructeur a	26	26.00	1.93	0.56	-0.01	-0.79	0.01	-0.29	3.5	-0.1	-5.1	0.1	-1.9
P22a - Partiel (PRE)	9	9.00	8.11	1.22	1.26	1.46	0.00	0.52	3.8	4.0	4.6	0.0	1.7
P23a - Quasi-reconstructeur	2	2.00	40.00	1.81	-3.31	1.35	-0.88	-0.01	2.6	-4.7	1.9	-1.3	0.0
P24a - Reconstructeur (PRE)	38	38.00	1.16	-0.83	-0.05	0.13	-0.14	0.19	-6.9	-0.4	1.1	-1.1	1.6
P25a - Ambigu (PRE)	5	5.00	15.60	0.60	-0.80	0.29	1.33	-0.76	0.9	-1.1	0.7	3.0	-1.7
5 . Problème 3 : equations mots (PRE)													
P31a - Non reconstructeur a	39	39.00	1.10	0.43	0.11	-0.35	0.50	0.20	1.9	0.5	-3.0	4.3	1.8
P32a - Partiel (PRE)	3	3.00	26.33	0.68	1.35	1.22	-1.15	1.31	1.2	2.4	2.1	-2.0	2.3
P33a - Quasi-reconstructeur	3	3.00	26.33	1.84	-1.84	2.32	-0.87	0.46	3.2	-3.2	4.4	-1.5	0.8
P34a - Reconstructeur (PRE)	34	34.00	1.41	-0.79	-0.17	0.18	-0.22	-0.17	-6.9	-1.3	1.4	-1.7	-1.3
P35a - Ambigu (PRE)	3	3.00	26.33	0.87	0.99	-1.19	-1.91	-2.53	1.5	1.7	-2.1	-3.3	-4.4
6 . Problème 4 : pied de bonsoir (PRE)													
P41a - Non reconstructeur a	47	47.00	0.74	0.63	-0.03	-0.17	-0.11	0.01	6.6	-0.3	-1.7	-1.1	0.1
P42a - Partiel (PRE)	6	6.00	12.67	-0.17	0.49	-0.15	1.35	0.28	-0.4	1.3	-0.4	3.6	0.7
P43a - Quasi-reconstructeur	1	1.00	81.00	0.42	-0.3.	-0.11	2.08	-0.66	0.4	-0.3	-0.1	2.1	-0.7
P44a - Reconstructeur (PRE)	26	26.00	2.15	-1.14	-0.13	0.17	-0.13	-0.16	-7.9	-0.8	1.1	-0.8	-1.0
P45a - Ambigu (PRE)	2	2.00	40.00	0.37	1.03	2.14	-0.91	1.39	0.5	1.5	3.1	-1.3	2.0
7 . Problème 5 : Nicolas (PRE)													
P51a - Non reconstructeur a	30	30.00	1.73	0.80	-0.38	-0.11	0.32	-0.25	5.6	-2.6	-0.7	2.2	-1.7
P52a - Partiel (PRE)	6	6.00	12.67	1.26	1.67	1.10	-0.67	0.03	3.2	4.2	2.8	-1.7	0.1
P53a - Quasi-reconstructeur	3	3.00	26.33	0.64	0.12	-2.33	-0.89	1.71	1.1	0.2	-4.1	-1.6	3.0
P54a - Reconstructeur (PRE)	41	41.00	1.00	-0.81	0.02	0.12	-0.09	0.07	-7.3	0.2	1.1	-0.8	0.6
P55a - Ambigu (PRE)	2	2.00	40.00	-0.14	0.08	-0.66	0.31	-0.30	-0.2	0.1	-0.9	0.4	-0.4

MODALITES				COORDONNEES					VALEURS-TEST				
IDEN - LIBELLE	EFF.	P.ABS	DISTO	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
9 . Representation temporelle (PRE)													
R1Ta - Rien temp. (PRE)	4	4.00	19.00	-0.24	-1.11	-0.99	0.98	0.07	-0.5	-2.3	-1.2	2.0	0.1
R2Ta - Statique objet temp.	23	23.00	2.87	0.96	-0.63	0.43	-0.23	0.41	3.2	-3.5	2.4	-1.3	2.3
R3Ta - Statique etat temp.	17	17.00	3.82	0.05	0.73	-0.39	-0.57	-0.93	0.2	3.4	-1.7	-2.6	-4.3
R4Ta - Dynamique desc. situ	9	9.00	9.25	-0.13	0.03	-1.12	-0.68	1.34	-0.4	0.1	-3.3	-2.0	4.0
R5Ta - Dynamique desc. situ	24	24.00	2.42	-0.38	0.20	0.29	0.68	-0.17	-1.6	1.1	1.7	4.0	-1.0
R6Ta - Dynamique deroulemen	6	6.00	19.50	-0.92	-0.18	0.16	-1.16	-0.72	-1.9	-0.6	0.3	-2.4	-1.5
R7Ta - Dynamique represents	2	2.00	40.00	0.58	1.20	0.16	2.42	1.02	0.8	1.7	0.2	3.4	1.4
16 . Discours (PRE)													
D1a - Rien discours (PRE)	6	6.00	12.67	0.53	-0.32	0.86	0.33	-0.07	1.3	-0.8	2.2	0.8	-0.2
D2a - Descriptif objet dis	6	6.00	19.50	1.22	-2.35	0.49	0.45	-0.59	2.1	-4.0	1.0	0.9	-1.2
D3a - Descriptif image dis	12	12.00	5.83	0.73	0.98	-0.16	0.44	0.52	2.7	3.7	-0.7	1.6	1.9
D4a - Lien fenetre discour	5	5.00	15.40	-0.85	-0.40	0.01	-0.28	1.57	-2.0	-0.9	0.0	-0.7	3.6
D5a - Changement / superpo	16	16.00	4.13	-0.63	-0.09	-0.23	0.87	0.02	-2.8	-0.4	-1.0	3.8	0.1
D6a - Transformation / su	31	31.00	1.65	-0.22	0.11	0.00	-0.41	-0.26	-1.5	0.8	0.0	-2.9	-1.9
16_ - reponse manquante	0	0.00	9.25	0.53	-0.07	-0.19	-1.09	-0.63	1.6	-0.2	-0.6	-3.2	-1.3
2 . Groupe													
GR1 - Controle	30	30.00	1.73	0.11	-0.38	-0.12	-0.03	0.15	0.7	-2.6	-0.8	-0.2	1.0
GR2 - Experimentale	52	52.00	0.88	-0.06	0.23	0.07	0.02	-0.09	-0.7	2.6	0.8	0.2	-1.0
17 . Probleme 1 (POST)													
P11b - Non reconstructeur o	40	40.00	1.05	0.48	0.04	0.01	0.08	0.04	4.2	0.3	0.1	0.7	0.3
P12b - Partiel (POST)	8	8.00	9.25	-0.01	0.50	-0.31	0.08	-0.15	0.0	1.8	-0.9	0.2	-0.5
P13b - Quasi-reconstructeur	4	4.00	19.50	0.48	-0.57	-0.52	0.31	0.22	2.9	-1.2	-1.1	0.6	0.4
P14b - Reconstructeur (POST	28	28.00	1.93	-0.75	-0.12	0.17	-0.23	-0.02	-4.3	-0.8	1.1	-1.5	-0.2
P15b - Ambigu (POST)	2	2.00	40.00	0.03	-0.25	-0.42	0.65	-0.26	0.0	-0.4	-0.6	0.9	-0.4
18 . Probleme 2 (POST)													
P21b - Non reconstructeur o	42	42.00	0.95	0.35	-0.08	-0.08	0.15	0.09	4.2	-0.7	-0.8	1.4	0.8
P22b - Partiel (POST)	4	4.00	19.50	-0.02	0.32	-0.31	0.07	-0.70	0.0	0.6	-0.6	0.1	-1.4
P23b - Quasi-reconstructeur	1	1.00	91.00	1.37	2.69	0.94	-0.12	0.04	1.4	2.7	0.9	-0.1	0.0
P24b - Reconstructeur (POST	32	32.00	1.56	-0.31	-0.06	0.04	-0.17	-0.02	-3.7	-0.4	0.3	-1.2	-0.2
P25b - Ambigu (POST)	3	3.00	26.33	0.19	0.39	0.83	-0.43	-0.09	0.3	0.7	1.5	-0.8	-0.2

variables illustratives bien représentées sur chacun des axes :

MODALITES				COORDONNEES					VALEURS-TEST				
IDEN - LIBELLE	EFF.	P.ABS	DISTO	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
19 . Probleme 3 (POST)													
P31b - Non reconstructeur e	37	37.00	1.22	0.30	0.03	-0.13	-0.10	0.02	2.4	0.2	-1.1	-0.8	0.1
P32b - Partiel (POST)	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
P33b - Quasi-reconstructeur	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
P34b - Reconstructeur (POST	44	44.00	0.84	-0.28	-0.07	0.10	0.04	-0.04	-2.7	-0.7	1.0	0.4	-0.4
P35b - Ambigu (POST)	1	1.00	81.00	1.39	1.93	0.98	2.11	1.04	1.4	1.9	0.6	2.1	1.0
20 . Probleme 4 (POST)													
P41b - Non reconstructeur e	47	47.00	0.74	0.26	-0.12	0.00	0.18	0.06	2.7	-1.2	0.9	1.9	0.7
P42b - Partiel (POST)	5	5.00	19.40	0.09	-0.12	-0.59	0.61	-0.08	0.2	-0.3	-1.4	1.4	-0.2
P43b - Quasi-reconstructeur	3	3.00	26.33	0.08	0.17	-1.24	-0.87	-0.09	0.1	0.3	-2.2	-1.5	-0.2
P44b - Reconstructeur (POST	24	24.00	3.42	-0.46	0.24	0.14	-0.42	-0.04	-2.7	1.4	0.8	-2.4	-0.2
P45b - Ambigu (POST)	3	3.00	26.33	-0.58	-0.04	-0.17	0.38	-0.43	-1.0	-0.1	-0.3	0.7	-0.8
21 . Probleme 5 (POST)													
P51b - Non reconstructeur e	48	48.00	0.71	0.20	0.13	0.00	-0.06	0.07	2.3	1.4	0.0	-0.6	0.8
P52b - Partiel (POST)	5	5.00	15.40	0.43	-1.06	-0.15	3.10	-0.08	1.0	-2.4	-0.3	0.2	-0.2
P53b - Quasi-reconstructeur	2	2.00	40.00	0.27	0.96	-0.43	1.09	-0.08	0.4	1.4	-0.6	1.5	-0.1
P54b - Reconstructeur (POST	26	26.00	2.15	-0.51	-0.12	0.04	-0.03	-0.10	-3.1	-0.7	0.2	-0.2	-0.6
P55b - Ambigu (POST)	1	1.00	81.00	0.80	0.12	0.39	0.96	-0.31	0.8	0.1	0.4	1.0	-0.3
23 . Representation temporel (POST)													
R1Tb - Rien temp. (POST)	4	4.00	19.90	1.00	-1.01	1.01	-0.20	0.04	2.0	-2.1	2.1	-0.4	0.1
R2Tb - Statique objet temp.	20	20.00	3.10	0.35	-0.23	-0.09	-0.36	-0.10	1.8	-1.2	-0.5	-1.8	-0.5
R3Tb - Statique etat temp.	8	8.00	9.25	0.36	-0.08	-0.70	-0.29	0.66	1.1	-0.2	-2.1	-0.9	2.0
R4Tb - Dynamique desc. situ	26	26.00	2.15	-0.28	-0.02	-0.18	0.19	-0.03	-1.7	-0.1	-0.9	1.1	-0.2
R5Tb - Dynamique desc. situ	1	1.00	81.00	0.33	0.56	-0.55	2.36	-0.36	0.3	0.6	-0.7	2.3	-0.4
R6Tb - Dynamique deroulemen	22	22.00	2.73	-0.30	0.41	0.34	0.19	-0.09	-1.6	2.2	1.8	0.8	-0.5
R7Tb - Dynamique representa	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23_ - reponse manquante	1	1.00	81.00	-0.54	0.49	0.49	-0.03	-0.37	-0.5	0.5	0.5	0.0	-0.4
37 . Discours canarol (POST)													
D11b - Absence (POST)	2	2.00	40.00	0.21	-1.04	0.27	-1.03	-0.51	0.3	-1.5	0.4	-1.5	-0.7
D12b - Explicite (POST)	1	1.00	81.00	1.02	0.14	-0.71	-1.61	1.02	1.0	0.1	-0.7	-1.6	1.0
D13b - Implicite (POST)	14	14.00	4.86	0.44	-0.01	0.31	0.41	0.27	1.8	0.0	1.2	1.7	1.1
D14b - ******* (POST)	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D15b - ********* (POST)	51	51.00	0.61	0.00	0.00	-0.04	-0.06	-0.11	0.0	0.0	-0.4	-0.7	-1.3
D16b - ********* (POST)	14	14.00	4.86	-0.52	0.14	-0.19	0.07	0.15	-2.1	0.6	-0.6	0.3	0.6

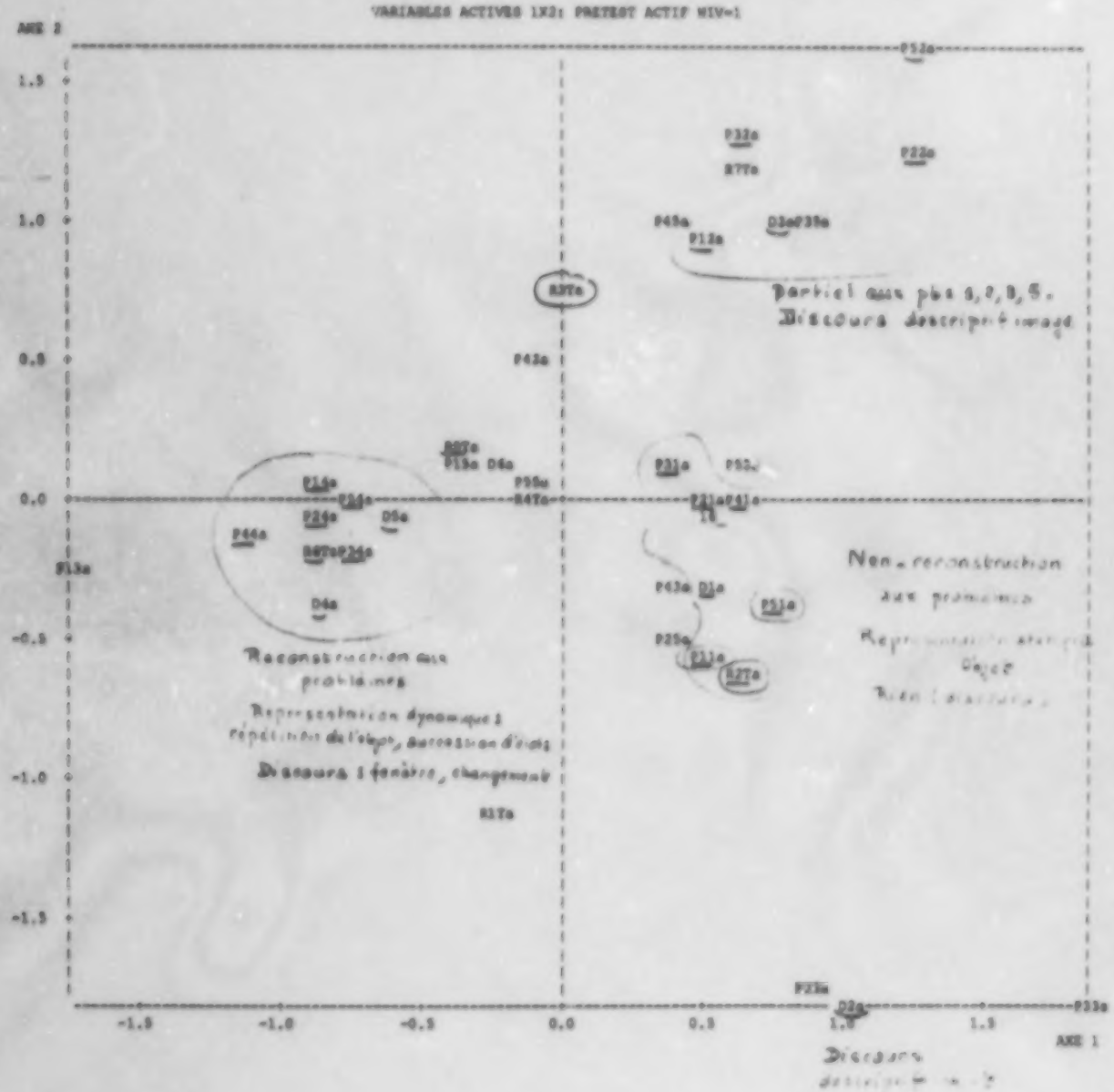
MODALITES				COORDONNEES					VALEURS-TEST				
IDEN - LIBELLE	EFF.	P.ABS	DISTO	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
38 . Discour2 Pige (POST)													
D21b - Absence (POST)	6	6.00	12.67	0.29	-0.56	0.03	0.23	0.16	0.7	-1.4	0.1	0.6	0.4
D22b - Explicite (POST)	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D23b - Implicite (POST)	14	14.00	4.86	0.52	-0.45	0.05	-0.14	0.04	2.1	-1.8	0.2	-0.6	0.2
D24b - ******* (POST)	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D25b - ********* (POST)	24	24.00	2.42	0.16	-0.08	-0.14	0.09	-0.05	1.0	-0.6	-0.8	0.5	-0.3
D26b - ********* (POST)	38	38.00	1.16	-0.34	0.30	0.07	-0.04	-0.01	-2.8	2.5	0.6	-0.3	-0.1

Graphe 1.a : Analyse des correspondances réalisée sur les variables au prétest

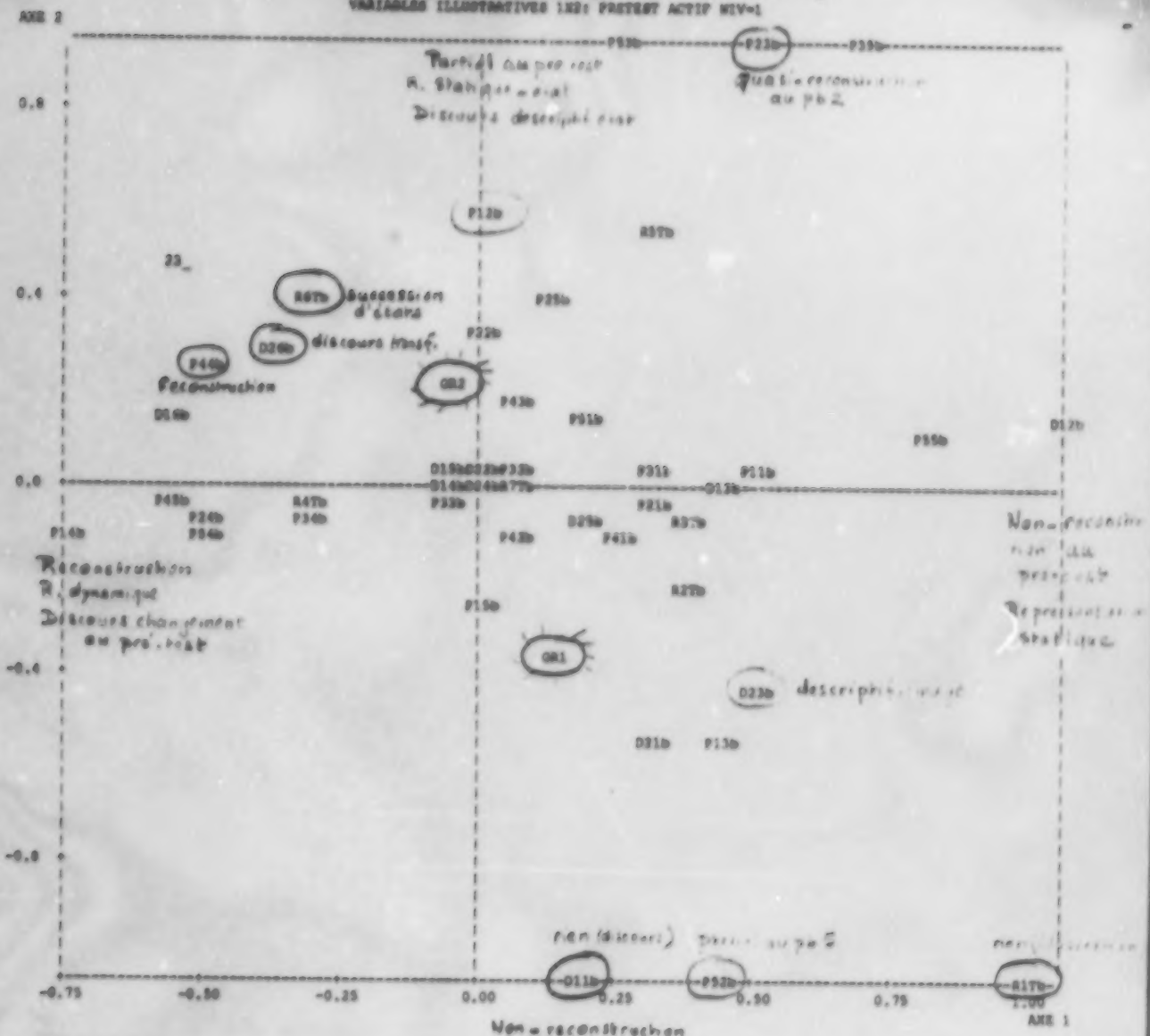
PROCEDURE << GRAPH >>
-----GRAPHIQUE PRETEST NIV=1------

(Axe 1 / Axe 2)

VARIABLES ACTIVES 1X2: PRETEST ACTIF NIV=1

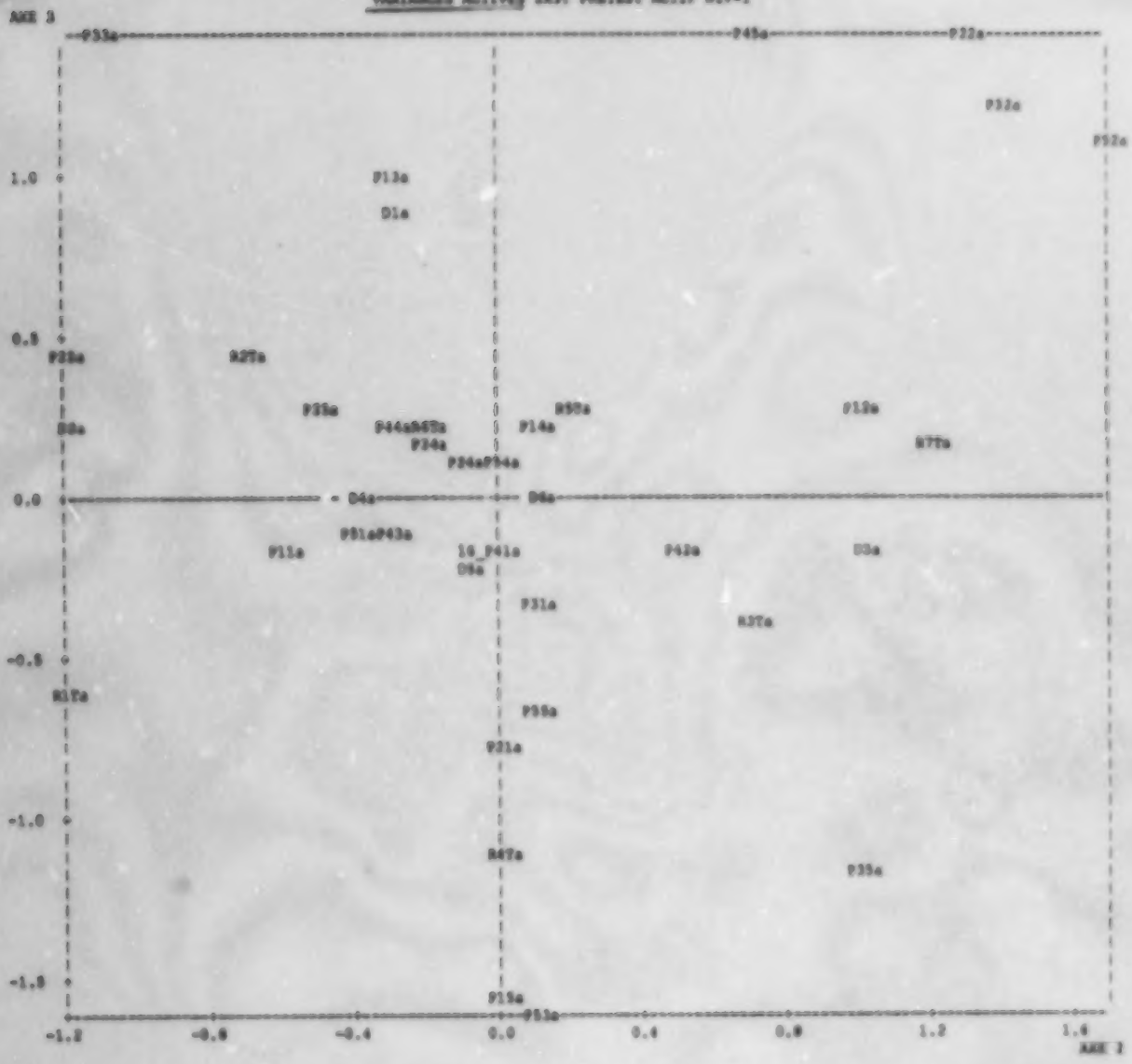


Graphe 4.b : Situation des deux groupes et des variables au post-test par rapport au pré-test (Axe 1 / Axe 2)

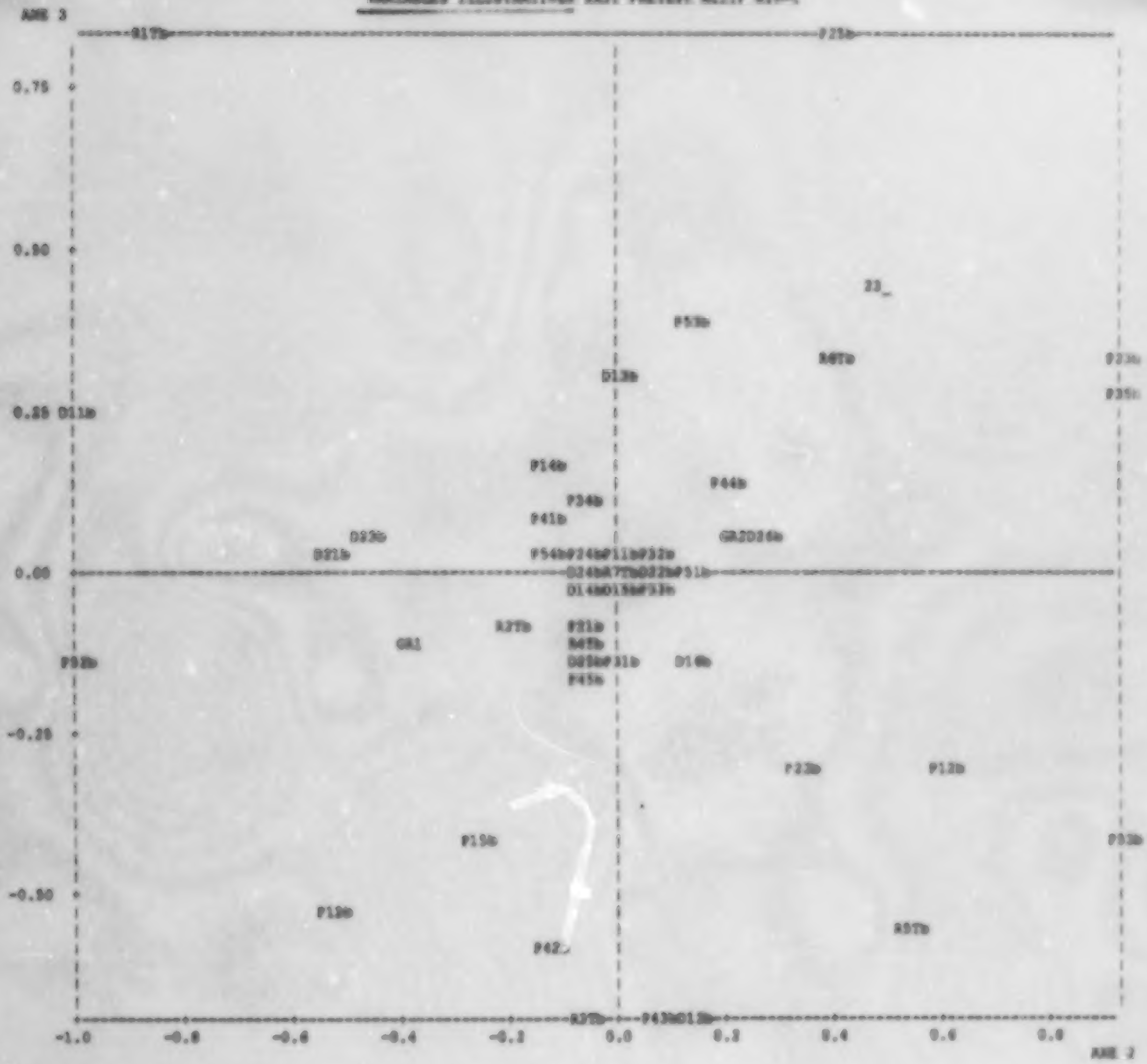


Analyse au pré test . Axe 2 / Axe 3 .

VARIABLES ACTIVES IN3: PRETEST ACTIF HIV=1



VARIABLES ILLUSTRATIVES EX3: PRETEST ACTIF HIV+1



2. Analyse des correspondances : variables au postest actives / groupe

PROCEDURE ** CORRU **
-----ANALYSE DE CORRESPONDANCE PROBLEME PREPOST NIV=1----

COORDONNEES ET VALEURS-TEST DES MODALITES SUR LES AXES 1 A 5

MODALITES				COORDONNEES					VALEURS-TEST				
IDEN - LIBELLE	EFF.	P.ABS	DISTO	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Variables actives contribuant à chacun des axes													
17 . Problème 1 (POST)													
P11b - Non reconstructeur o	40	40.00	1.09	-0.77	-0.21	0.04	-0.19	-0.36	-5.8	-1.8	0.4	-1.7	-3.1
P12b - Partiel (POST)	6	6.00	9.28	-0.10	1.01	-0.35	0.14	1.04	-0.3	4.3	-1.0	0.4	3.1
P13b - Quasi-reconstructeur	4	4.00	19.50	0.73	-0.74	1.07	1.40	0.15	1.5	-1.5	2.2	2.9	0.3
P14b - Reconstructeur (POST	29	29.00	1.93	1.08	-0.15	-0.12	-0.04	0.14	7.7	-1.0	-0.8	-0.2	0.9
P15b - Ambigu (POST)	2	2.00	40.00	-0.75	3.67	0.11	1.79	0.66	-1.1	9.2	0.2	1.5	0.9
18 . Problème 2 (POST)													
P21b - Non reconstructeur o	43	42.00	0.95	-0.66	0.18	0.11	-0.02	-0.09	-6.1	1.7	1.0	-0.2	-0.8
P22b - Partiel (POST)	4	4.00	19.50	0.53	0.07	-1.20	-2.22	0.95	1.1	0.1	-2.4	-4.5	1.9
P23b - Quasi-reconstructeur	1	1.00	81.00	-0.21	-0.40	-1.22	1.66	0.71	-0.2	-0.4	-1.2	1.7	0.7
P24b - Reconstructeur (POST	32	33.00	1.56	0.85	-0.10	0.13	0.15	-0.06	6.3	-0.7	0.9	1.1	-0.4
P25b - Ambigu (POST)	3	3.00	26.33	-0.49	-1.39	-0.91	1.08	0.37	-0.8	-2.3	-1.6	1.9	0.6
19 . Problème 3 (POST)													
P31b - Non reconstructeur o	37	37.00	1.22	-0.75	-0.28	-0.21	0.09	0.14	-6.1	-2.3	-1.7	0.5	1.1
P32b - Partiel (POST)	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
P33b - Quasi-reconstructeur	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
P34b - Reconstructeur (POST	44	44.00	0.86	0.63	0.25	0.17	-0.04	-0.09	6.1	2.4	1.7	-0.4	-0.9
P35b - Ambigu (POST)	1	1.00	81.00	-0.18	-0.33	0.11	-0.03	-0.18	-0.2	-0.3	0.1	-0.6	-1.2
20 . Problème 4 (POST)													
P41b - Non reconstructeur o	47	47.00	0.74	-0.48	-0.05	0.10	-0.02	-0.23	-5.0	-0.5	1.0	-0.2	-2.4
P42b - Partiel (POST)	5	5.00	15.40	-0.40	1.69	0.19	1.37	0.26	-0.9	4.3	0.4	2.9	0.6
P43b - Quasi-reconstructeur	3	3.00	26.33	-0.58	-1.13	-1.11	-1.62	2.07	-1.0	-2.0	-2.0	-2.8	3.6
P44b - Reconstructeur (POST	24	24.00	2.42	0.93	-0.08	-0.38	0.04	-0.04	5.8	-0.4	-2.4	0.2	-0.2
P45b - Ambigu (POST)	1	1.00	26.33	1.31	-0.64	2.63	-0.54	1.33	2.3	-1.1	4.6	-1.0	2.3
21 . Problème 5 (POST)													
P51b - Non reconstructeur o	48	49.00	0.71	-0.53	-0.38	-0.17	0.23	0.02	-6.7	-3.8	-1.8	2.4	0.2
P52b - Partiel (POST)	5	5.00	15.40	-0.70	2.19	0.28	-0.39	0.96	-1.6	6.8	0.6	-0.9	2.2
P53b - Quasi-reconstructeur	2	2.00	40.00	1.03	-0.19	-0.60	-1.65	-1.33	1.5	-0.1	-1.1	-3.0	-1.9
P54b - Reconstructeur (POST	26	26.00	2.15	1.03	0.24	0.32	-0.06	-0.02	7.7	1.5	2.0	-0.3	-0.1
P55b - Ambigu (POST)	1	1.00	81.00	0.20	-0.23	-0.10	-2.13	-2.31	0.2	-0.2	-0.1	-2.1	-2.3

MODALITES				COORDONNEES					VALEURS-TEST				
IDEN - LIBELLE	EFF.	P.ABS	DISTO	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
23 . Representation temporel (POST)													
R1Tb - Rien temp. (POST)	4	4.00	19.50	-0.92	-0.16	1.26	-0.49	-2.25	-1.9	-0.3	2.6	-1.0	-4.6
R2Tb - Statique objet temp.	20	20.00	3.10	-0.55	-0.01	0.40	-0.32	0.46	-2.8	-0.1	2.0	-1.6	2.4
R3Tb - Statique etat temp.	8	8.00	9.25	-0.14	1.67	-0.18	-0.28	0.31	-0.4	5.0	-0.5	-0.8	0.9
R4Tb - Dynamique deco. situ	26	26.00	2.15	0.62	-0.42	-0.03	-0.44	0.17	3.8	-2.6	-0.2	-2.7	1.0
R5Tb - Dynamique deco. situ	1	1.00	81.00	0.80	1.91	-0.04	1.02	-0.28	0.8	1.5	-0.1	1.0	-0.3
R6Tb - Dynamique deroulemen	22	22.00	2.73	0.00	-0.38	-0.49	0.91	-0.35	0.0	-1.1	-2.7	5.0	-1.9
R7Tb - Dynamique representa	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16_ - reponse manquante	1	1.00	81.00	-1.07	1.38	-0.13	0.88	0.82	-1.1	1.4	-0.1	.9	0.8
27 . Discours canaral (POST)													
D11b - Absence (POST)	3	3.00	40.00	1.41	-1.02	4.99	0.61	1.78	2.0	-1.5	6.1	0.8	2.5
D12b - Explicite (POST) décor.	1	1.00	81.00	-1.14	-0.23	0.61	0.27	-0.23	-1.1	-0.2	0.6	0.3	-0.2
D13b - Implicite (POST) décor.	14	14.00	4.86	0.19	0.14	0.38	-0.92	-1.09	0.7	0.6	1.6	-3.8	-4.4
D14b - ******* (POST)	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D15b - ********** (POST) chang	31	31.00	0.61	-0.26	-0.19	-0.16	0.14	0.34	-3.0	-2.2	-1.8	1.7	3.9
D16b - ********** (POST) Trans	14	14.00	4.86	0.64	0.72	-0.98	0.29	-0.39	2.6	2.9	-3.8	1.2	-1.6
24 . Discours Pige (POST)													
D21b - Absence (POST)	6	6.00	13.67	0.10	1.69	0.60	0.28	-0.87	0.3	4.1	1.0	0.7	-2.2
D22b - Explicite (POST) déscr	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D23b - Implicite (POST) déscr	14	14.00	4.86	-0.56	-0.46	1.23	0.39	0.06	-1.9	-1.9	3.0	1.6	0.3
D24b - ******* (POST)	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D25b - ********** (POST) chang	24	24.00	2.42	-0.39	0.18	-0.06	-0.87	0.33	-2.7	1.1	-0.3	-5.0	1.9
D26b - ********** (POST) Trans	38	38.00	1.16	0.44	-0.21	-0.48	0.36	-0.09	3.6	-1.7	-4.0	3.0	-0.8

Variables insuffisamment bien représentées sur chacun des axes.

2 . Groupe													
GR1 - Controle	30	30.00	1.73	-0.11	-0.09	0.04	-0.22	-0.13	-0.8	-0.6	3.0	-1.5	-0.8
GR2 - Experimentale	52	52.00	0.58	0.07	0.05	-0.02	0.13	0.07	0.8	0.6	-3.0	1.5	0.8
1 . Problème 1 : Billes (PRE)													
P11a - Non reconstructeur e	33	33.00	1.56	-0.29	0.09	0.37	-0.01	-0.07	-3.1	0.6	3.7	-0.1	-0.5
P12a - Partiel (PRE)	18	18.00	3.56	-0.26	-0.08	-0.33	0.18	-0.14	-1.7	-0.4	-1.6	0.9	-0.7
P13a - Quasi-reconstructeur	2	2.00	40.00	1.16	-0.13	-0.73	0.52	-0.19	1.7	-0.2	-1.0	0.7	-0.3
P14a - Reconstructeur (PRE)	26	26.00	2.19	0.91	-0.08	-0.09	-0.13	0.07	4.2	-0.3	-0.5	-0.8	0.4
P15a - Ambigu (PRE)	4	4.00	19.50	-0.51	0.11	-0.31	-0.14	0.86	-1.0	0.2	-1.0	-0.3	1.7

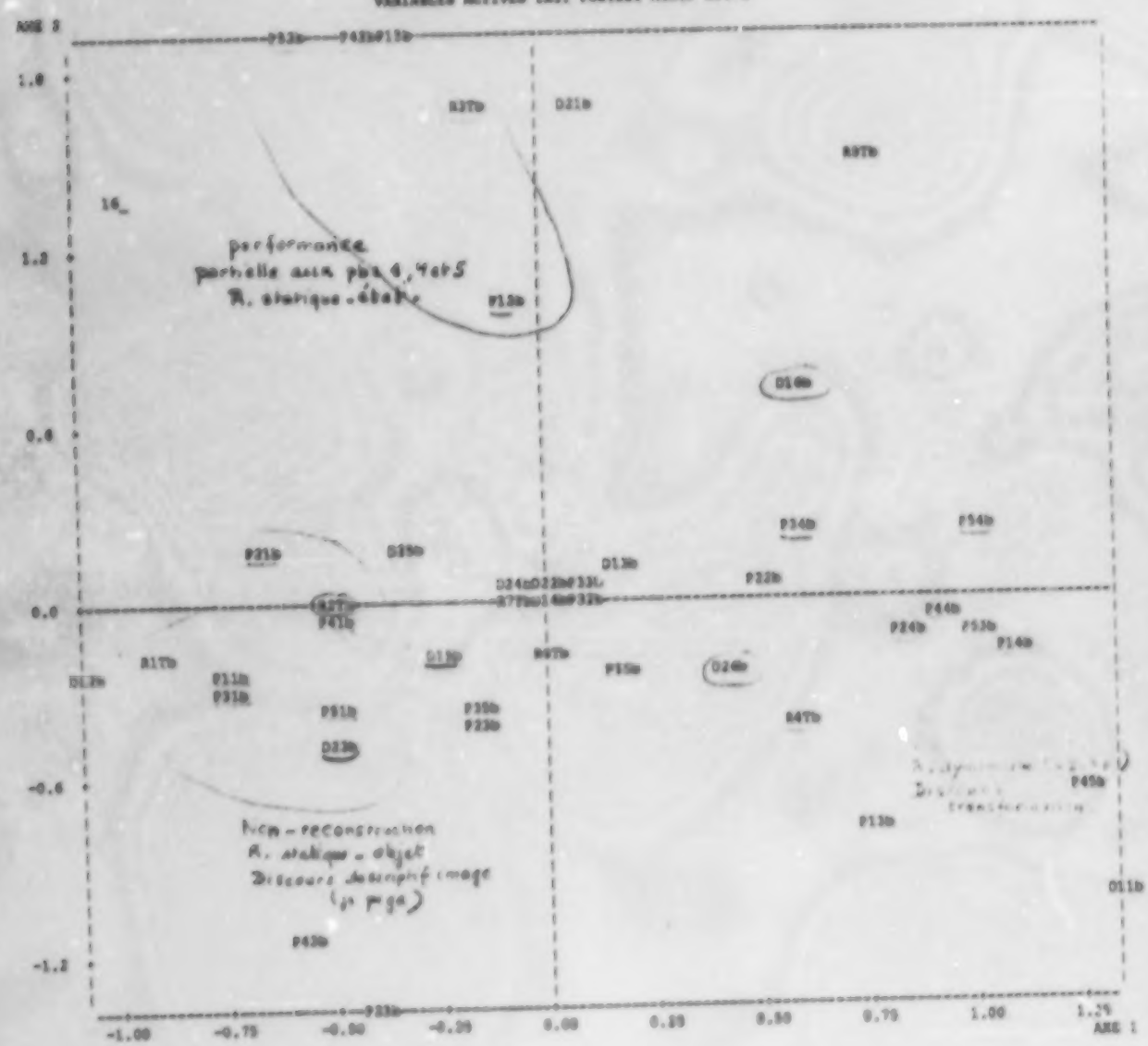
MODALITES				COORDONNEES					VALEURS-TEST				
IDEN - LIBELLE	EFF.	P.ABS	DISTO	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
4 . Probleme 2 : equations mots (PRE)													
P21a - Non reconstructeur e	26	26.00	1.93	-0.26	0.27	-0.04	-0.17	0.26	-1.8	1.7	-0.3	-1.1	1.7
P22a - Partiel (PRE)	9	9.00	8.11	-0.45	-0.37	-0.31	0.34	-0.55	-1.4	-1.2	-1.0	1.1	-1.7
P23a - Quasi-reconstructeur	2	2.00	40.00	0.01	-0.03	2.35	-0.17	0.63	0.0	0.0	3.3	-0.2	0.9
P24a - Reconstructeur (PRE)	38	38.00	1.16	0.41	-0.05	-0.04	0.07	0.01	2.4	-0.4	-0.4	0.6	0.1
P25a - Ambigu (PRE)	5	5.00	15.40	-0.75	-0.47	0.19	-0.19	-0.76	-1.7	-1.1	0.4	-0.4	-1.8
5 . Probleme 3 : equations mots (PRE)													
P31a - Non reconstructeur e	39	39.00	1.10	-0.22	-0.05	0.04	0.00	0.02	-1.8	-0.4	0.4	0.0	0.2
P32a - Partiel (PRE)	3	3.00	26.33	-0.18	0.40	-0.06	0.42	-0.44	-0.3	0.7	-0.1	0.8	-0.8
P33a - Quasi-reconstructeur	2	2.00	26.33	-0.71	0.23	0.69	-0.05	-0.63	-1.2	0.4	1.2	-1.5	-1.1
P34a - Reconstructeur (PRE)	34	34.00	1.41	0.32	0.04	-0.04	0.11	-0.01	2.4	0.3	-0.3	0.8	-0.1
P35a - Ambigu (PRE)	3	3.00	26.33	0.06	-0.45	-0.02	-0.78	0.88	0.1	-0.8	-1.4	-1.4	1.5
6 . Probleme 4 : pied de banoit (PRE)													
P41a - Non reconstructeur e	47	47.00	0.74	-0.42	0.04	0.15	-0.16	-0.01	-1.9	0.6	1.5	-1.6	-0.1
P42a - Partiel (PRE)	6	6.00	12.67	0.26	0.13	-0.05	-0.49	-0.54	0.7	0.3	-0.1	-1.6	-1.4
P43a - Quasi-reconstructeur	1	1.00	81.00	-0.44	-0.87	-0.06	1.74	-0.07	-0.4	-0.9	-0.1	1.7	-0.1
P44a - Reconstructeur (PRE)	46	46.00	2.15	0.09	-0.11	-0.21	0.30	0.15	1.3	-0.7	-1.3	1.8	0.9
P45a - Ambigu (PRE)	2	2.00	40.00	0.22	0.18	-0.61	0.02	-0.13	0.3	0.3	-0.9	1.2	-0.2
7 . Probleme 5 : Nicolas (PRE)													
P51a - Non reconstructeur e	30	30.00	1.73	-0.50	0.09	0.30	-0.15	-0.03	-1.4	0.6	2.0	-1.0	-0.2
P52a - Partiel (PRE)	6	6.00	12.67	-0.69	-0.37	-0.25	0.32	-0.37	-1.7	-0.9	-0.6	0.8	-1.4
P53a - Quasi-reconstructeur	3	3.00	26.33	-0.09	0.28	-0.50	0.32	0.39	-0.2	0.5	-0.9	0.6	0.7
P54a - Reconstructeur (PRE)	41	41.00	1.00	0.46	-0.01	-0.16	0.05	0.09	2.1	-0.1	-1.5	0.4	0.8
P55a - Ambigu (PRE)	2	2.00	40.00	0.17	-0.41	0.32	-0.18	-0.24	0.2	-0.6	0.5	-0.3	-0.3
8 . Representation temporelle (PRE)													
R1Ta - Rien temp. (PRE)	4	4.00	19.50	-0.06	1.74	-0.35	0.77	-0.55	-0.2	3.6	-0.1	1.6	-1.1
R2Ta - Statique objet temp.	23	23.00	2.57	-0.29	0.01	0.38	-0.09	-0.41	-1.6	0.1	2.1	-0.5	-2.3
R3Ta - Statique etat temp.	17	17.00	3.82	0.09	-0.16	-0.14	-0.02	0.51	0.2	-0.7	-0.7	-0.1	2.3
R4Ta - Dynamique desc. situ	8	8.00	9.25	-0.06	-0.04	0.01	-0.32	0.16	-0.2	-0.1	0.0	-0.9	0.5
R5Ta - Dynamique desc. situ	24	24.00	2.42	0.23	-0.04	-0.11	0.02	0.10	1.3	-0.3	-0.6	0.1	0.6
R6Ta - Dynamique deroulemen	4	4.00	19.50	0.03	-0.75	-0.04	0.34	0.23	0.9	-1.9	-1.7	1.1	0.9
R7Ta - Dynamique represente	2	2.00	40.00	-0.22	-0.10	0.09	-0.34	-0.75	-0.3	-0.1	0.1	-0.5	-1.1

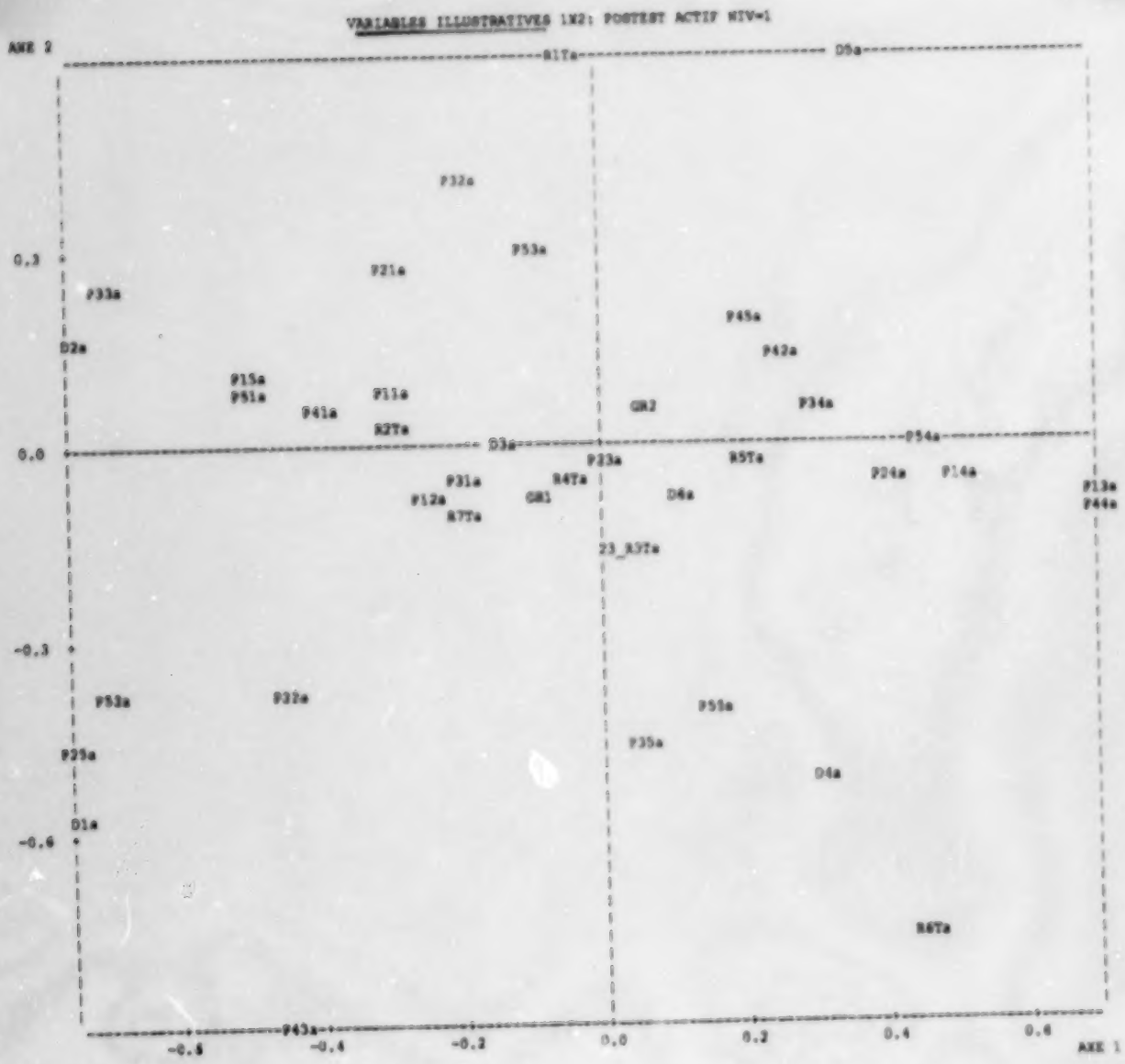
MODALITES				COORDONNEES					VALEURS-TEST				
IDEN - LIBELLE	EFF.	P.ABS	DISTO	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
16 . Discours (PRE)													
D1a - Rien discours (PRE)	6	6.00	12.67	-0.74	-0.88	0.31	-0.23	-0.46	-1.9	-1.4	0.8	-0.6	-1.2
D2a - Descriptif objet dis	4	4.00	19.50	-0.75	0.15	0.59	-0.49	-0.37	-1.5	0.3	1.2	-1.0	-0.8
D3a - Descriptif image dis	12	12.00	5.83	-0.14	0.81	-0.33	-0.32	-0.50	-0.5	0.0	-1.2	-2.0	-1.9
D4a - Lien fenetre discour	9	9.00	15.40	0.30	-0.51	-0.15	0.03	0.03	0.7	-1.2	-0.2	0.1	0.1
D5a - Changement / superpo	16	16.00	4.13	0.33	0.38	0.09	0.29	0.03	1.5	2.0	0.4	1.3	0.1
D6a - Transformation / ou	31	31.00	1.65	0.08	-0.09	-0.40	0.13	0.35	0.6	-0.6	-2.8	0.9	2.5
23_ - reponse manquante	0	0.00	9.25	-0.02	-0.15	1.37	0.10	-0.16	-0.1	-0.5	4.0	0.3	-0.5

Graphe 2.a : Analyse des correspondances réalisée sur les variables au postest (Axe 1/Axe 2)

PROCEDURE ** GRAPH **
-----GRAPHIQUE GLOBAL NIV=1----

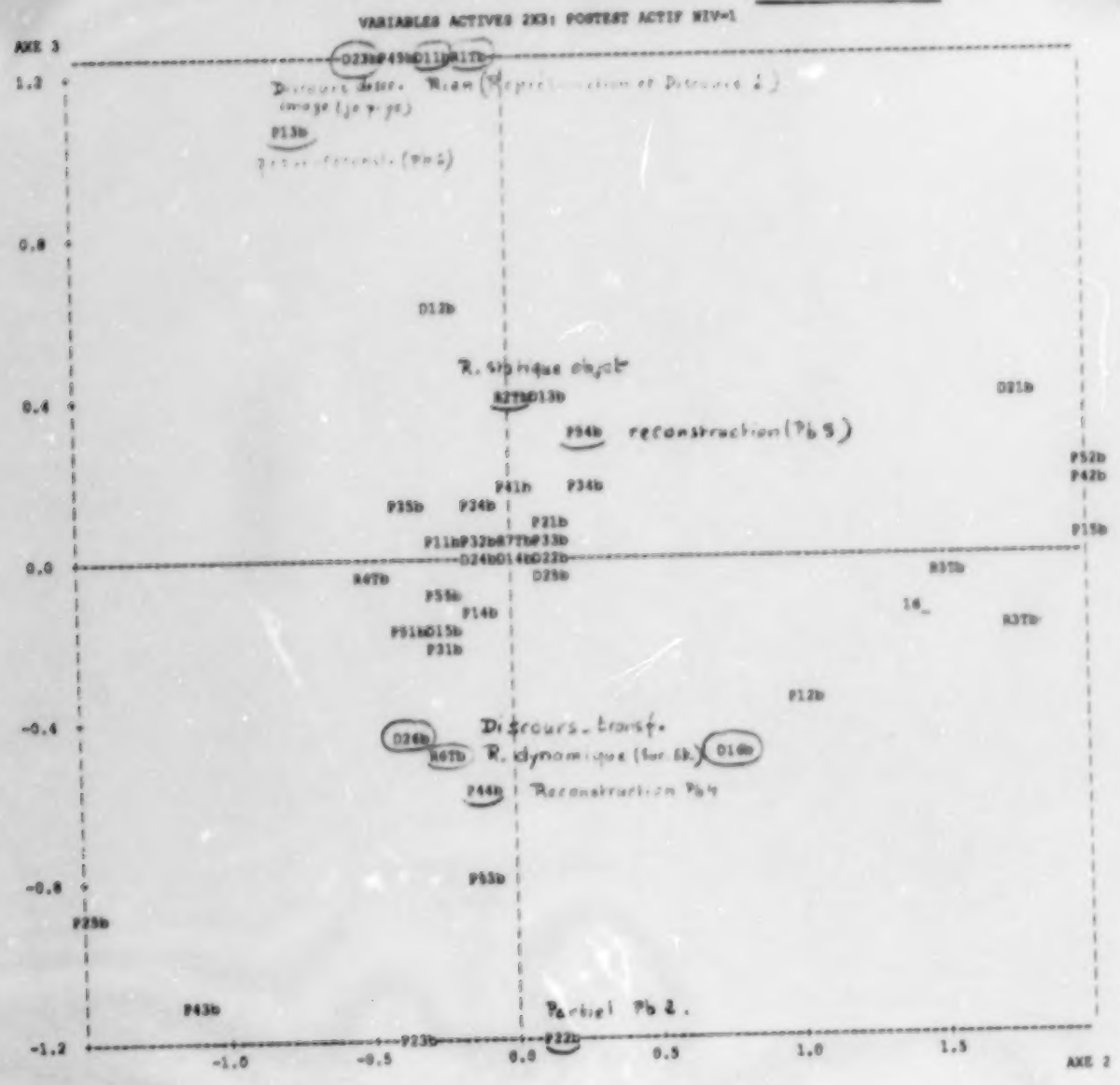
VARIABLES ACTIVES 1X2: POSTEST ACTIF NIV=1



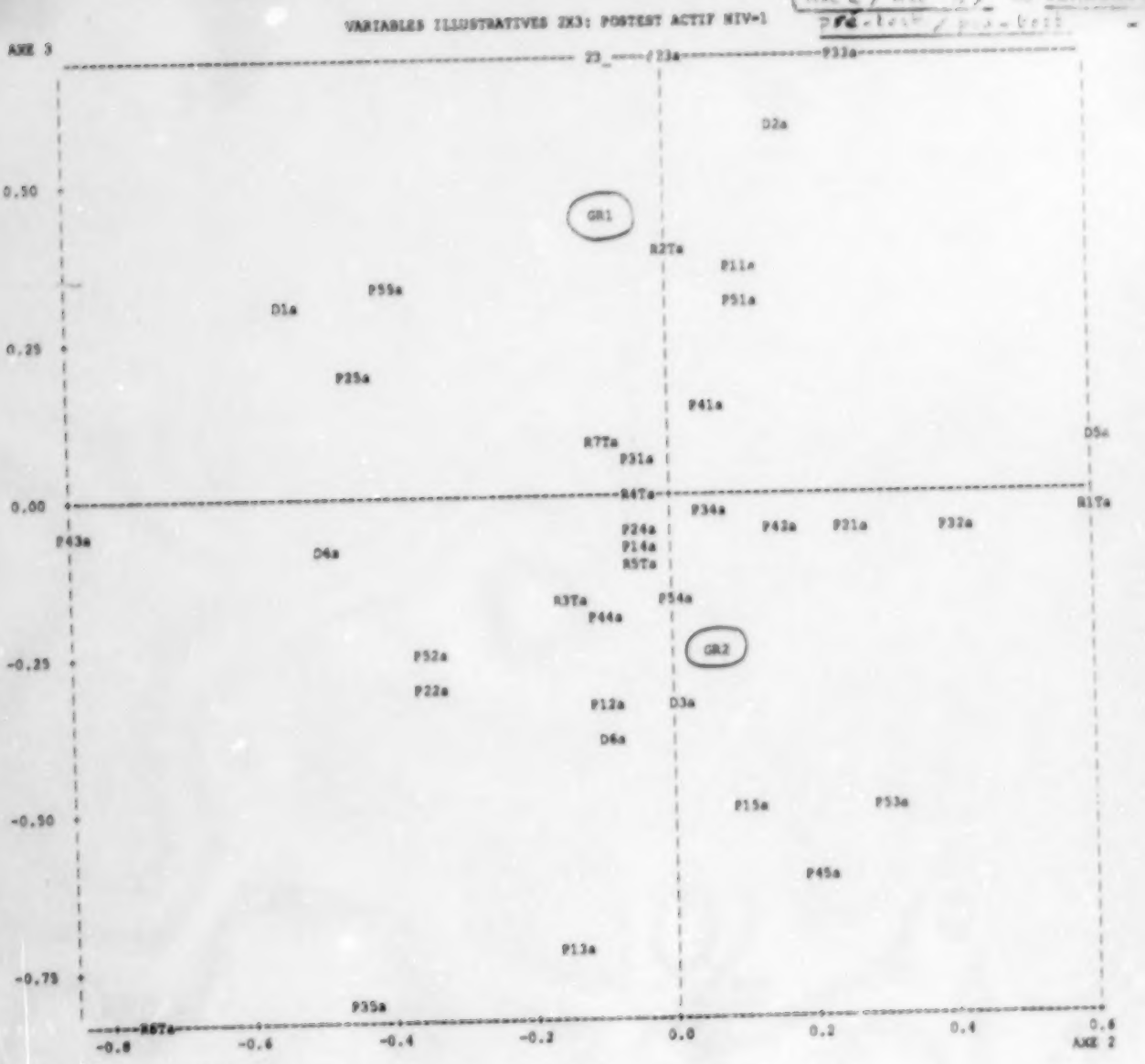

VARIABLES ILLUSTRATIVES 1X2: POSTEST ACTIF NIV=1
AXE 2
AXE 1
R1Ta
D5a
P32a
P53a
P21a
P33a
P45a
D2a
P42a
P15a
P51a
P11a
P41a
GR2
P34a
R2Ta
D3a
P54a
P23a
R5Ta
P24a
P14a
P31a
R4Ta
P12a
GR1
D4a
P13a
P44a
R7Ta
23_R3Ta
P52a
P22a
P55a
P25a
P35a
D4a
D1a
R6Ta
P43a
0.3
0.0
-0.3
-0.6
-0.8
-0.4
-0.2
0.0
0.2
0.4
0.6

Graphe 2_b : Analyse réalisée sur les variables au posttest

(Axe 2 / Axe 3)



Graphe 2_c : Situation des deux groupes par rapport au pré-test (Axe 2 / Axe 3) et variables



Des exemplaires du présent document sont en vente à l'adresse suivante:

Centre Interdisciplinaire de Recherches sur
l'Apprentissage et le Développement en Education
Université du Québec à Montréal
C.P. 8888, Succ. A, G-3125
Montréal, Québec
H3C 3P8

Pour commander, remplir le formulaire de réquisition apparaissant à la dernière page du document.

Publié par le Centre Interdisciplinaire de Recherches
sur l'Apprentissage et le Développement en Education
Université du Québec à Montréal
Conception graphique: Pierrette Prévost